m

ENERGY RECOVERY STUDY OF

HOSPITAL SANITARY WASTE

Health and Welfare Canada
Santé et Bien-être social Canada
Canada

ENERGY RECOVERY STUDY

OF

HOSPITAL SANITARY WASTE

HEALTH AND WELFARE CANADA

JOB NO. 2017-1
DATE: JANUARY, 1983

ENGINEERS, ARCHITECTS
MANAGEMENT CONSULTANTS,
PLANNERS, SURVEYORS

TABLE OF CONTENTS

		Page
FOREWORD		1
EXECUTIVE SUMMARY		2
1.0	OBJECTIVE AND SCOPE	4
2.0	DESCRIPTION OF HOSPITALS USED	5
3.0	DEMAND CALCULATIONS	5
4.0	RECORDED WATER FLOWS	6
5.0	RECORDED OCCUPANCY	6
6.0	MONITORING OF WATER DEMAND	6
7.0	MONITORING OF TEMPERATURES	6
8.0	ANALYSIS OF DATA - HEAT CONTROL	14
9.0	HEAT RECOVERY SYSTEM PROPOSAL	33
10.0	COST ANALYSIS - HEAT RECOVERY SYSTEM	34
11.0	CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	39

APPENDIX A - Effluent Temperature Charts

APPENDIX B - Conversion Formulas

LIST OF TABLES

		Page
3.1	Estimated Total Yearly Water Demand Hospital 500	7
3.2	Estimated Total Yearly Water Demand Hospital 300	9
3.3	Estimated Total Yearly Water Demand Hospital 100	11
4.1	Monthly Water Consumption	12
5.1	Hospital Characteristics Yearly and Monthly Occupancy Rates	13
8.1a	Heat Content of Wastewater Hospital 500 May 1982 - Sewer A	16
8.1b	Heat Content of Wastewater Hospital 500 May 1982 - Sewer B	17
8.1c	Heat Content of Wastewater Hospital 500 August 1982 - Sewer A	18
8.1d	Heat Content of Wastewater Hospital 500 August 1982 - Sewer B	19
8.2a	Heat Content of Wastewater Hospital 300 May 1982	20
8.2b	Heat Content of Wastewater Hospital 300 September 1982	21

LIST OF TABLES (Continued)

		Page
8.3a	Heat Content of Wastewater Hospital 100 May 1982	22
8.3b	Heat Content of Wastewater Hospital 100 September 1982	23
8.4a	Chart Data Interpretation Hospital 500 Sewer A	24
8.4b	Chart Data Interpretation Hospital 500 Sewer B	25
8.5	Chart Data Interpretation Hospital 300	26
8.6	Chart Data Interpretation Hospital 100	27
8.7a	Daily Heat Content Calculations Hospital 500 Sewer A & B	28
8.8	Daily Heat Content Calculations Hospital 300	30
8.9	Daily Heat Content Calculations Hospital 100	31
8.10	Heat Content on Monthly Calculations	32

FOREWORD

This Energy Recovery Study from Hospital Sanitary Effluent was commissioned by the Health Facilities Design Division, Health and Welfare Canada, Ottawa, Ontario, as a result of invited proposals.

It is a part of an ongoing program to identify potential energy savings which can be achieved in Canadian hospitals through systematic planning, design and operation programs.

Much of the data contained in the report was gathered at three selected hospitals in the Province of New Brunswick, and special thanks is due to the management and staff of these facilities and to the provincial Ministry of Health for their assistance in providing the required information.

Special mention should be made of the initiative, assistance and constructive review offered by Mr. S.T. Morawski, P. Eng., of the Health Facilities Design Division, Health and Welfare Canada.

EXECUTIVE SUMMARY

OBJECTIVE

The objective of this study is to evaluate the feasibility of energy recovery from sanitary waste effluent from Canadian hospitals and to propose an energy recovery system based on equipment and/or new equipment and processes at present available.

SCOPE

The study consisted of field measurements, engineering analysis and calculations, a recovery system proposal, and cost analysis. Three New Brunswick hospitals were used in the study; one with 519 beds (Hospital 500), one with 289 beds (Hospital 300), and one with 102 beds (Hospital 100).

RESULTS

The daily and monthly survey results are summarized in Table 8.10 as yearly recoverable heat content in the wastewater for each of the hospitals studied.

SUMMARY OF COST INFORMATION

	HOSPITAL 500	HOSPITAL 300	HOSPITAL 100
Total Annual Recoverable Heat	11 156 000 MJ	8 989 000 MJ	3 065 000 MJ
Heat Pump System Capital Cost	$ 164 000	$ 142 000	$ 74 000
Value of Annual Steam Saving	$ 90 200	$ 60 600	$ 20 661
Annual Operating Cost	$ 47 800	$ 36 800	$ 14 578
Simple Payback Ratio	3.9 yr	6.0 yr	12.2 yr

CONCLUSIONS

From existing facilities studied, heat recovery from waste effluent is economically viable for the 519-bed hospital, but marginal for the two smaller hospitals.

The viability could probably be improved for a new hospital by designing a separate drainage collection system for hot water consuming fixtures, thereby improving the temperature level of the warm waste and eliminating the need for solids bypassing provisions in the recovery system.

1.0 OBJECTIVE AND SCOPE

1.1 Objective

The objective of this study is to evaluate the feasibility of energy recovery from sanitary waste effluent from Canadian hospitals and to propose an energy recovery system based on equipment and/or new equipment and processes at present available.

1.2 Scope

The study consists of field measurements, engineering analysis and calculations, a recovery system proposal and cost analysis.

Three hospitals were used in the study, a brief description of which follows in section 2. The scope of the study is itemized as follows:

(a) identify domestic water requirments and calculate both hot and cold water demand by hospital departments and systems;

(b) determine monthly measured usage of cold water for one year;

(c) determine monthly hospital occupancy rates and total staff on duty for the same period as (2) above;

(d) make field measurements of the actual cold water usage for a seven-day period, with readings every hour for one 24-hour day;

(e) make field measurements of the actual temperature of cold water entering the building and sanitary waste effluent from the building for the same period of time as the cold water temperature measurements;

(f) the field measurements were repeated for all hospitals during the summer months to provide a basis to determine a yearly heat content of the effluent;

(g) calculate heat content of sanitary waste which can be extracted on an hourly, daily, monthly, and annual basis;

(h) make a proposal for a heat recovery system;

(i) prepare a cost analysis of the proposed system, including capital cost, annual operation cost and pay-back period;

(j) prepare a report containing field measurements, engineering analysis and calculations, description of proposed systems and cost benefits analysis.

2.0 DESCRIPTION OF HOSPITALS USED FOR FIELD MEASUREMENTS

2.1 Hospital 500 - This is a regional hospital, opened in 1975, consisting of 519 beds, a regional laboratory, and a regional laundry. The laundry is equipped with heat recovery systems for the laundry wastewater to preheat domestic hot water.

2.2 Hospital 300 - This is a regional hospital opened in 1974, consisting of 289 beds with a laundry.

2.3 Hospital 100 - This is a community hospital opened in 1966, consisting of 102 beds, with a laundry.

3.0 DEMAND CALCULATIONS

3.1 Methodology

The demand flows were calculated in the following manner for total demand, hot and cold water demand by hospital departments.

All fixtures per department were assessed a fixture unit weight as listed in the Ashrae Fundamental Handbook, 1977, Chapter 32.

A total demand for each department was determined by using the Estimate Curve for Demand Load also from the Ashrae Handbook Chapter 32.

The actual measured flow to the hospital was divided into departmental flows in the ratio of the departmental demand flow to the total of department demand flows for the hospital.

$$\text{Measured flow (hourly, daily, etc)} \times \frac{\text{Calc. Demand/Dept.}}{\text{total of calc demand for all dept}} = \text{usage for Dept}$$

Hot and cold water demands were calculated by assessing fixture unit weights to all fixtures in the department as listed in Ashrae Handbook 1977, taking hot and cold demand as $\frac{1}{2}$ the total demand for fixtures with both hot and cold connections.

The departmental water usage was then divided into hot and cold water usage in the ratio of hot (cold) water demand GPM to total of hot and cold water demands.

$$\text{Hot water usage} = \text{total department usage} \times \frac{\text{hot water demand (GPM)}}{\text{hot water demand + cold water demand}}$$

Similarly

$$\text{Cold water usage} = \text{total department usage} \times \frac{\text{cold water demand}}{\text{hot water demand} + \text{cold water demand}}$$

The total water usage and hot and cold usage by departments are summarized in Tables 3.1, 3.2, 3.3 for all three hospitals.

4.0 RECORDED WATER FLOWS

The recorded monthly total water flows for the three hospitals are summarized in Table 4.1.

5.0 RECORDED OCCUPANCY

The recorded monthly patient occupancy rates are shown in Table 5.1 for all three hospitals. Staff man-hours are not available on a monthly basis.

6.0 MONITORING OF WATER DEMAND

Methodology

Manual readings were made each day for a consecutive 7-day period. In addition to obtaining hourly readings for a 24-hour day the following procedure was used:

A Minolta XL-400 movie camera with built-in intervalometer providing exposure of one frame every 60 seconds was focused on the water meter totalizer. Next to the dial a digital watch was located so that each frame contained both the water meter reading and the time.

This set-up provided a means of determining hourly readings as required and also provided a means to estimate the flow rate.

Flow readings on an hourly basis and per day for the seven-day period are tabulated in Tables 8.1, 8.2 and 8.3 for both sets of measured data for all three hospitals.

7.0 MONITORING OF TEMPERATURES

Three Rustrak Model 2155A strip chart recorders were used to continuously monitor supply water temperature and sanitary effluent temperature - 2 recorders necessary for Hospital 500 because two branch sewers serving the building join in a manhole a considerable distance from the building.

TABLE 3.1a

ESTIMATED TOTAL YEARLY WATER DEMAND

HOSPITAL 500

Department	Fixture Units/ Dept (total)	L/s/ Dept (Demand)	% of total Demand Flow	Yearly Flow /Dept (1000 L)	Hot Water Demand fixture units	Hot Water Demand L/s	Hot Water Flow Yearly (1000 L)	Cold Water Demand fixture units	Cold Water Demand L/s	Cold Water Flow Yearly (1000 L)
Level 1 - Regional Laboratories	111.5	3.5	3.1	5 150.3	52	2.2	2098.3	94	3.2	3052.0
Out Patient Clinic	91	3.1	2.8	4 651.9	32	1.5	1585.9	91	2.9	3066.3
Intensive Care Unit	290.5	6.8	6.1	10 134.4	75	2.8	3051.2	266	6.5	7083.2
Admitting	161	4.3	3.9	6 479.4	36	1.7	1866.9	69	4.2	4612.5
Surgical Suite	83	3.0	2.6	4 319.6	41	1.9	1784.2	70	2.7	2535.4
Emergency Radiology	280.5	6.7	6.1	10 134.4	78	2.8	3338.4	255	5.7	6796.0
Level 2 Physiotherapy	177.5	4.5	4.0	6 645.5	37	1.7	1852.0	165	4.4	4793.5
Acute Care Unit & Psychiatry	156.5	4.3	3.9	6 479.4	39	1.8	1976.8	143	4.1	4502.6
Geriatrics	93	3.1	2.8	4 651.9	27	1.4	1385.7	96	3.3	3268.2
Offices	54.5	2.3	2.0	3 322.8	8	0.4	511.2	52	2.2	2811.6
Central Supply	67.5	2.7	2.4	3 987.3	24	1.1	1218.3	60	2.5	2769.0
Kitchen	117.5	3.6	3.3	5 482.6	90	3.2	3248.9	52	2.2	2233.7

TABLE 3.1a (Cont'd)

ESTIMATED TOTAL YEARLY WATER DEMAND

HOSPITAL 500

Department	Fixture Units/ Dept (total)	L/s/ Dept (Demand)	% of total Demand Flow	Yearly Flow /Dept (1000 L)	Hot Water Demand fixture units	Hot Water Demand L/s	Hot Water Flow Yearly (1000 L)	Cold Water Demand fixture units	Cold Water Demand L/s	Cold Water Flow Yearly (1000 L)
Level 3 - Medical & Surgical	328.5	7.1	6.4	10 632.8	87		3127.3	300	7.2	7505.5
Pediatrics	107.5	3.4	3.1	5 150.3	33		1681.7	97	3.3	3468.6
Delivery Suite	156.5	3.5	3.1	5 150.3	51	2.1	2207.3	139.625	4.0	2943.0
Medical & Surgical	334	7.6	6.8	11 297.4	92	3.1	3400.2	303.25	7.2	7897.2
Obstetrics	168	4.4	4.0	6 645.5	59	2.5	2517.2	148.5	4.1	4128.3
Medical & Surgical (2)	210	5.1	4.6	7 642.4	61	2.5	2653.6	189.75	4.7	4988.8
Level 4 - Medical & Surgical (1)	296.5	6.8	6.1	10 134.4	80	2.9	3061.4	269.875	6.7	7073.0
Medical & Surgical	299.5	6.8	6.1	10 134.4	80	2.9	3061.4	272.875	6.7	7073.0
Extended Care (1)	153.5	4.2	3.7	6 147.1	42	1.9	1979.6	139.625	4.0	4167.5
Extended Care (2)	163	4.4	3.9	6 479.4	43	1.9	2018.2	148.75	4.2	4461.2
Medical & Surgical (2)	205.5	5.0	4.5	7 476.2	57	2.5	2595.9	185.375	4.7	4880.3
Medical & Surgical (3)	207	5.0	4.5	7 476.2	59	2.5	2560.3	187.5	4.8	4915.9
TOTALS	4 313.5	111.2		166 138.1						

*Based on 1980-81 fiscal year.

TABLE 3.2

ESTIMATED TOTAL YEARLY WATER DEMAND

HOSPITAL 300

Department	Fixture Units/ Dept (total)	L/s/ Dept (Demand)	% of total Demand Flow	Yearly Flow /Dept (1000 L)	Hot Water Demand fixture units	Hot Water Demand L/s	Hot Water Flow Yearly (1000 L)	Cold Water Demand fixture units	Cold Water Demand L/s	Cold Water Flow Yearly (1000 L)
Radiology	70.25	2.7	4	4885.6	17	0.9	1256.3	65	2.6	3629.3
Social Services	9	0.6	.98	1196.9	2	0.2	340.0	8	0.5	854.9
Emergency	63.25	2.6	4	4885.6	36	1.7	1887.6	66	2.7	2998.0
Polyclinic	42.5	1.9	3	3664.2	15	0.9	1177.8	39	1.9	2486.4
Physical & Occupational Therapy	56.75	2.3	3.7	4519.2	22	1.1	1506.4	49	2.2	3012.8
Laboratories	63.75	2.6	4	4885.6	34	1.7	1767.1	52	3.0	3118.5
ICU	20	1.1	1.7	2076.4	10	0.6	346.1	16	3.0	1730.3
Auxiliary	54	2.3	3.6	4397.1	11	0.6	732.9	51	3.0	3664.3
Surgical Suite	155.75	4.2	6.7	8183.4	63	2.5	3196.6	135	3.9	4986.8
Administration	33	1.5	2.4	2931.4	7	0.4	617.1	31	1.5	2314.3
Auxiliary	26.42	1.3	2.1	2564.9	14	0.8	603.5	64	2.6	1961.4
Pharmacy	13.75	0.7	1.1	1343.5	6	0.3	403.1	12	0.7	940.5
CSR	45.75	2.0	3.3	4030.6	13	0.8	1194.3	41	1.9	2840.3
Housekeeping	19.5	1.1	1.7	2076.4	3	0.2	498.3	18	1.0	1578.1

TABLE 3.2 (Cont'd)

ESTIMATED TOTAL YEARLY WATER DEMAND

HOSPITAL 300

Department	Fixture Units/ Dept (total)	L/s/ Dept (Demand)	% of total Demand Flow	Yearly Flow /Dept (1000 L)	Hot Water Demand fixture units	Hot Water Demand L/s	Hot Water Flow Yearly (1000 L)	Cold Water Demand fixture units	Cold Water Demand L/s	Cold Water Flow Yearly (1000 L)
Employees Facilities	48.5	2.9	4.7	5740.6	11	0.6	1324.8	45	2.0	4415.8
Kitchen	36.75	1.8	2.9	3542.1	22	1.1	1558.5	29	1.4	1983.6
Nursery and Delivery	107	3.4	5.5	6717.7	44	2.0	2583.7	92	3.2	4134.0
Obstetrics Gynecology	264	4.3	11.0	13 435.4	76	2.1	4550.7	239	4.1	8884.7
Pediatrics	161	4.3	6.0	7328.4	48	2.1	2482.2	145	4.1	4946.2
Medical Surgical	1 012.25	15.8	25.6	31 267.9	316	7.2	10 279.9	906	14.7	20 988.0
TOTALS	2 302.17	61.8		122 914.7						

*Based on 1980-81 fiscal year.

TABLE 3.3

ESTIMATED TOTAL YEARLY WATER DEMAND

HOSPITAL 100

Department	Fixture Units/ Dept (total)	L/s/ Dept (Demand)	% of total Demand Flow	Yearly Flow /Dept (1000 L)	Hot Water Demand fixture units	Hot Water Demand L/s	Hot Water Flow Yearly (1000 L)	Cold Water Demand fixture units	Cold Water Demand L/s	Cold Water Flow Yearly (1000 L)
Ground Floor	163	4.4	28.2	8827.3	62	2.6	3477.2	143	4.0	5350.1
First Floor	276	5.3	33.9	10 611.5	99	3.3	3979.3	243	5.5	6632.2
Second Floor	173	4.5	29.2	9140.3	58	2.4	3323.7	154	4.2	5816.6
Basement	27	1.4	8.7	2723.3	5	0.4	640.7	25	1.3	2082.6
TOTALS	639	15.6		31 302.4						

[a]Based on 1980-81 fiscal year.

TABLE 4.1

MONTHLY WATER CONSUMPTION
(1000 L)

1980-81	Hospital 500	Hospital 300	Hospital 100
April	12883	9162	2250
May	12883	3717	2271
June	12383	12303	2413
July	14255	9000	2504
August	14255	18819	3144
September	14255	8073	3183
October	14761	9351	2831
November	14761	11426	2540
December	14761	12821	2221
January	12919	9000	2538
February	12919	9000	2574
March	12919	9000	2860

TABLE 5.1

HOSPITAL CHARACTERISTICS
YEARLY AND MONTHLY OCCUPANCY RATES

Hospital	Size (beds)	Area (sq ft)	Staff Manhours (yearly)	Occupancy % (yearly)	Water Consumption (1000 L) (yearly)
Hospital 500	519	39 219	2 001 077	86.3 (1980-81)	164 454
Hospital 300	289	21 375	1 411 911	92.48	121 672
Hospital 100	102	6 863	321 511	66.4	31 329

	Hospital					
	500 Patient Days/Months		300 Patient Days/Months		100 Patient Days/Months	
Month	1980-81	1981-82	1980-81	1981-82	1981	1982
April	10 816	10 807	8 749	8 637	2 061	1 965
May	11 451	11 252	9 270	8 726	2 084	1 967
June	10 734	10 301	8 678	8 364	1 879	2 062
July	9 964	10 304	8 273	8 002	1 695	1 350
August	10 304	10 109	7 849	8 260	1 642	1 187
Sept	10 744	10 791	6 801	8 931	2 051	1 789
Oct	10 975	11 495	10 020	9 365	1 771	2 202
Nov	11 234	11 233	8 973	9 450	1 657	2 238
Dec	10 627	9 895	8 190	8 421	1 465	1 803
Jan	11 352	11 528	8 848	11 167	2 139	2 221
Feb	10 316	10 690	8 037	6 908	2 078	2 076
March	11 660	11 879	9 096	9 657	2 041	2 273

The particular recorders used were three Rustrak Model 2155A, 115V serial 306414, 306415, and 306416. The recorders were calibrated by the New Brunswick Research and Productivity Council to verify accuracy.

Chart travel speed utilized was 1" per hour, and using type J stainless steel probe thermocouples full scale deflection was calibrated at 0 to 100°C.

For monitoring supply water temperature the probe was inserted next to the water main inside the insulation jacket and insulation replaced completely covering the probe. Temperature indication on the chart was verified with a dial thermometer.

The sanitary effluent temperature at Hospital 300 was measured with one recorder at the main cleanout leaving the building.

At Hospital 100 one recorder was installed in a manhole immediately outside the foundation wall.

At Hospital 500 two recorders were used - one on each sewer exiting the building. After completion of the 7-day monitoring period the two recorders were left on the sewers at the exit of the building and the supply water temperature recorder installed in the manhole outside the building where the two sewers combined. This provided simultaneous temperature readings in each sewer leaving the building and where the two sewers combined. Analysis of the 3 temperature traces indicated that the combined sewer temperature outside the building was approximately equal to the simultaneous average of the two effluent temperatures measured within the building.

As a result it was determined that the flow in each sewer was approximately equal. Short peaks indicated that more flows occurred in the kitchen sewer during the early part of the day, but were of short duration.

Charts of recorded temperatures in all hospitals are in Appendix A.

8.0 ANALYSIS OF DATA - HEAT CONTENT

The following format was used to obtain heat content quantities contained in the sanitary effluent.

Temperature difference was taken as sanitary effluent temperature minus supply water temperature. This was done to provide an indication of the energy input to the water. It is understood with a heat pump type of recovery system that effluent could be discharged below water supply temperature. However, it was felt that an adjustment for the increased temperature differential that results could best be made after evaluating the temperature differential above water supply temperature.

Since water supply temperature is relatively constant the heat content calculation for dropping the effluent below supply temperature is a straight additional temperature difference, with no interpretation of temperatures required.

To demonstrate the increased heat recovery available by dropping the effluent temperature below the water supply temperature the lowest effluent leaving temperature was determined to be 5°C. This allows a factor of safety above the low limit cut out set point (approx. 3°C).

The additional temperature difference possible by cooling the effluent below the supply water temperature is calculated in Tables 8.4a, 8.4b, 8.5, and 8.6. The increased heat content is indicated in Tables 8.1a, 8.1b, 8.1c, 8.1d, 8.2a, 8.2b, 8.3a, and 8.3b.

The hourly heat content was determined by using the measured hourly flows and the average temperature differential for the same hour for each hour of one day of the run. These results are also summarized in Tables 8.1, 8.2 and 8.3. The chart interpretation of temperature differentials is summarized in Tables 8.4, 8.5 and 8.6.

The daily heat content was determined by using the daily measured flows for each day for the rest of the measurement period. To obtain the temperature differential the following procedure was used. The average hourly temperature differentials do not reflect the variation in flows that may occur for the same temperature differential. For this reason an equivalent temperature differential was determined by using the total of the hourly heat content calculations to provide a daily heat quantity, then dividing the total daily heat content by the daily flow.

$$\text{Equivalent temperature differential} = \frac{\text{Total of hourly heat content quantity/day}}{\text{Total flow quantity/day}}$$

This equivalent temperature differential was then used to complete the daily heat content calculations based on the measured daily water consumption. The additional heat content below water supply temperature down to 5°C was calculated and added to the heat content of the effluent above the supply water temperature. This is summarized in Tables 8.7, 8.8 and 8.9.

The monthly heat content calculations were computed using the equivalent temperature differential obtained from each set of data for the six-month period in which the readings occurred, plus the additional heat content below supply water temperature. These results are summarized in Table 8.10.

The annual heat content calculation was based on the total of the monthly heat content calculations.

TABLE 8.1a

HEAT CONTENT OF WASTEWATER
SEWER A - MAY 1982
HOSPITAL 500

Time Frame	Temp T °C	Consumption kg H_2O	Heat Content MJ	kWh	#6 Oil (L)
2400-0100	6	3 696.8	92.8	25.8	2.6
0100-0200	6	3 447.3	86.5	24.0	2.4
0200-0300	6	3 447.3	86.5	24.0	2.4
0300-0400	6	3 492.7	87.7	24.4	2.5
0400-0500	8	6 894.7	230.7	64.1	6.5
0500-0600	8	3 583.4	119.9	33.3	3.4
0600-0700	8	5 488.0	183.6	51.1	5.2
0700-0800	10	6 872.0	287.4	79.9	8.1
0800-0900	11	20 049.0	922.4	256.4	25.9
0900-1000	14	15 422.3	903.1	251.0	25.4
1000-1100	20	20 003.6	1 673.3	465.2	47.0
1100-1200	20	21 001.5	1 756.8	488.4	49.3
1200-1300	16	16 556.3	1 108.0	308.0	31.1
1300-1400	15	18 710.9	1 173.9	326.3	33.0
1400-1500	18	14 379.0	1 082.5	300.9	30.4
1500-1600	15	11 929.6	748.4	208.1	21.0
1600-1700	9	9 398.5	353.4	98.2	9.9
1700-1800	11	9 570.9	440.3	122.4	12.4
1800-1900	16	13 313.1	890.9	247.7	25.0
1900-2000	12	9 684.3	486.1	135.1	13.6
2000-2100	10	10 273.9	429.7	119.5	12.1
2100-2200	10	10 523.5	440.2	122.4	12.4
2200-2300	10	5 942.1	248.5	69.1	7.0
2300-2400	10	9 820.4	410.7	114.2	11.5
S. Total		253 492.6 (kg H_2O)	14 243.3 (MJ)	3 956.0 (kWh)	400.1 (L)
	T below supply 5C°	253 492.6	5 303.1 MJ	1 473.0	149.0
Total for 24 hours			19 546.4	5 429.1	549.1

Average Hourly Heat Content = 814.4 MJ

TABLE 8.1b

HEAT CONTENT OF WASTEWATER
SEWER B - MAY 1982
HOSPITAL 500

Time Frame	Temp T °C	Consumption kg H_2O	Heat Content MJ	kWh	#6 Oil (L)
2400-0100	14	3 696.8	216.5	60	6.1
0100-0200	12	3 447.3	168.2	47	4.8
0200-0300	11	3 447.3	144.2	40	4.1
0300-0400	12	3 492.7	160.7	44.5	4.5
0400-0500	12	6 894.7	317.2	88	8.9
0500-0600	12	3 583.4	179.9	50	5.0
0600-0700	12	5 488.5	275.5	76.5	7.7
0700-0800	14	6 872.0	402.4	112	11.3
0800-0900	14	20 049.0	1 173.9	326.5	31.8
0900-1000	14	15 422.3	903.1	251	25.2
1000-1100	12	20 003.6	1 004.0	279	28.2
1100-1200	12	21 001.5	1 054.1	293	29.5
1200-1300	12	16 556.3	831.0	231	23.4
1300-1400	10	18 710.9	782.6	217.5	22.7
1400-1500	12	14 379.0	721.7	200.5	20.5
1500-1600	10	11 929.6	499.0	138.5	14.1
1600-1700	10	9 398.5	392.7	109	10.9
1700-1800	9	9 570.9	360.3	100	10.2
1800-1900	10	13 313.1	556.8	155	15.7
1900-2000	10	9 684.3	405.1	112.5	11.4
2000-2100	12	10 273.9	501.3	139.5	14.1
2100-2200	12	10 523.5	513.5	142.5	14.3
2200-2300	12	5 942.1	289.9	80.5	8.2
2300-2400	14	9 820.4	575.0	160	16.1
S. Total		253 492.6 (kg H_2O)	12 428.6 (MJ)	3 452.0 (kWh)	349.1 (L)
	T below supply 5C°	253 492.6	5 303.1 MJ	1 473.0	149.0
Total for 24 hours			17 731.7	4 925.0	498.1

Average Hourly Heat Content = 738.8 MJ

TABLE 8.1c

HEAT CONTENT OF WASTEWATER
SEWER A - AUG-SEPT 1982
HOSPITAL 500

Time Frame	Temp T °C	Consumption kg H_2O	Heat Content MJ	kWh	#6 Oil (L)
2400-0100	8	4 290	143.6	39.9	4.0
0100-0200	8	4 290	143.6	39.9	4.0
0200-0300	8	4 789	161.4	44.9	4.5
0300-0400	8	3 792	126.9	35.3	3.5
0400-0500	8	4 111	160.3	44.5	4.5
0500-0600	8	4 240	141.9	39.4	3.9
(0600-0700)	(9)	(4 706)	(157.5)	(43.7)	(4.3)
0700-0800	14	9 828	570.9	158.7	15.9
0800-0900	3	18 309	229.7	63.9	6.4
0900-1000	14	17 311	1 005.6	279.6	28.0
1000-1100	14	19 805	1 150.5	319.5	32.0
1100-1200	13	17 760	965.7	269.4	26.8
1200-1300	12	21 802	1 094.2	304.2	30.4
1300-1400	12	20 804	1 044.1	290.3	29.0
1400-1500	12	21 303	1 069.2	297.2	29.7
1500-1600	16	12 821	858.0	238.5	23.8
1600-1700	10	17 262	721.9	200.7	20.1
1700-1800	12	14 268	716.1	199.1	19.9
1800-1900	12	10 826	543.4	151.0	15.1
1900-2000	12	14 817	743.7	206.7	20.7
2000-2100	12	11 325	568.4	158.0	15.8
2100-2200	7	13 320	390.0	108.4	10.8
2200-2300	11	6 785	312.2	86.8	8.7
2300-2400	10	5 236	219.1	60.9	6.1
S. Total		320 806 (kg H_2O)	13 237.9 (MJ)	3 677.1 (kWh)	371.8 (L)
	T below supply 9C°	320 806	11 903.1 MJ	3 306.3	334.4
Total for 24 hours			25 141.0	6 983.4	706.2

Average Hourly Heat Content = 1047.5 MJ

TABLE 8.1d

HEAT CONTENT OF WASTEWATER
SEWER B - AUG-SEPT 1982
HOSPITAL 500

Time Frame	Temp T °C	Consumption kg H_2O	Heat Content MJ	kWh	#6 Oil (L)
2400-0100	8	4 290	143.5	39.9	4.0
0100-0200	8	4 290	143.6	39.9	4.0
0200-0300	9	4 789	180.3	50.1	5.1
0300-0400	8	3 792	126.9	35.3	3.6
0400-0500	8	4 111	160.3	44.5	4.5
0500-0600	8	4 240	141.9	39.4	3.9
(0600-0700)	(8)	(4 240)	(141.9)	(39.4)	(3.9)
0700-0800	7	9 828	287.7	79.9	8.1
0800-0900	6	18 309	459.4	127.7	12.9
0900-1000	5	17 311	362.0	100.6	10.2
1000-1100	4	19 805	331.3	92.1	9.3
1100-1200	4	17 760	294.6	82.6	8.3
1200-1300	4	21 802	361.6	101.4	10.2
1300-1400	4	20 804	345.1	96.7	9.8
1400-1500	2	21 303	176.7	49.5	4.9
1500-1600	6	12 821	319.0	89.4	9.0
1600-1700	4	17 262	286.3	80.3	8.1
1700-1800	6	14 268	355.0	99.5	10.0
1800-1900	6	10 826	269.4	75.5	7.7
1900-2000	7	14 817	430.1	120.6	12.2
2000-2100	5	11 325	234.8	65.8	6.6
2100-2200	6	13 320	331.4	92.9	9.4
2200-2300	8	6 785	225.1	63.1	6.4
2300-2400	8	5 236	175.3	48.7	4.9
S. Total		320 340 (kg H_2O)	3 574.3 (MJ)	992.8 (kWh)	100.4 (L)
	T below supply 9C°	320 340	11 903.1 MJ	3 306.3	334.4
Total for 24 hours			15 477.4	4 299.1	434.8

Average Hourly Heat Content = 644.9 MJ

TABLE 8.2a

HEAT CONTENT OF WASTEWATER
MAY-JUNE 1982
HOSPITAL 300

Time Frame	Temp T °C	Consumption kg H_2O	Heat Content MJ	kWh	#6 Oil (L)
2400-0100	11	6 804	313.0	87.0	8.6
0100-0200	10	2 722	113.8	31.6	3.2
0200-0300	9	9 072	341.4	94.9	9.5
0300-0400	10	6 350	265.6	73.8	7.3
0400-0500	9	453	17.1	4.7	.5
0500-0600	10	4 989	208.7	58.0	5.9
0600-0700	10	12 701	531.3	147.7	15.0
0700-0800	11	12 247	563.5	156.6	15.9
0800-0900	14	23 133	1 354.6	376.6	38.2
0900-1000	15	21 773	1 365.9	379.7	38.2
1000-1100	11	24 494	1 126.9	313.3	31.4
1100-1200	9	19 051	787.9	219.0	22.3
1200-1300	15	19 505	1 223.7	340.2	34.5
1300-1400	16	32 205	2 155.2	599.1	60.5
1400-1500	15	17 237	1 081.4	300.6	30.5
1500-1600	8	29 484	986.5	274.2	27.7
1600-1700	8	15 876	531.2	147.7	15.0
1700-1800	12	25 855	1 297.7	360.7	36.4
1800-1900	16	23 133	1 548.1	430.3	43.6
1900-2000	10	14 515	607.1	168.8	17.3
2000-2100	9	20 865	785.4	218.3	22.3
2100-2200	8	10 886	364.3	101.3	10.5
2200-2300	9	15 422	580.5	161.4	16.4
2300-2400	10	9 072	379.4	105.5	10.5
S. Total		372 855 (kg H_2O)	18 530.1 (MJ)	5 147.1 (kWh)	520.5 (L)
	T below supply 4C°	372 855	6 627.2 MJ	1 840.8	186.2
Total for 24 hours			25 157.3	6 987.9	706.7

Average Hourly Heat Content = 1048.2 MJ

TABLE 8.2b

HEAT CONTENT OF WASTEWATER
SEPTEMBER 1982
HOSPITAL 300

Time Frame	Temp T °C	Consumption kg H_2O	Heat Content MJ	kWh	#6 Oil (L)
2400-0100	6	4 082	102.4	28.5	2.7
0100-0200	6	4 173	104.7	29.1	2.7
0200-0300	6.5	5 352	145.5	40.5	4.1
0300-0400	7	4 763	139.4	38.8	4.1
0400-0500	6	4 264	107.0	29.7	3.2
0500-0600	6	10 932	274.3	76.3	7.7
0600-0700	7	1 769	51.7	14.4	1.4
0700-0800	7	24 585	719.8	200.1	20.0
0800-0900	9	14 697	553.2	153.8	15.5
0900-1000	10	23 814	996.0	276.9	28.2
1000-1100	9.5	24 540	975.0	271.1	27.3
1100-1200	9	28 078	1 056.9	293.8	29.5
1200-1300	4	19 278	322.5	89.7	9.1
1300-1400	9	29 711	1 118.4	310.9	31.4
1400-1500	10	17 962	751.2	208.8	20.9
1500-1600	9	20 367	766.5	213.1	21.3
1600-1700	12	20 185	1 013.1	281.6	28.6
1700-1800	9.5	11 340	450.5	125.3	12.7
1800-1900	12	20 775	1 042.7	289.8	29.1
1900-2000	8	8 074	270.1	75.1	7.7
2000-2100	7	9 163	268.2	74.6	7.3
2100-2200	6	11 657	292.5	81.3	8.2
2200-2300	6	7 031	176.4	49.0	5.0
2300-2400	6	7 258	182.1	50.6	5.0
S. Total		333 850 (kg H_2O)	11 881.0 (MJ)	3 300.2 (kWh)	333.7 (L)
	T below supply 11C°	333 850	15 365.1 MJ	4 268.0	431.6
Total for 24 hours			27 246.1	7 568.2	765.3

Average Hourly Heat Content = 1135.3 MJ

TABLE 8.3a

HEAT CONTENT OF WASTEWATER
MAY 1982
HOSPITAL 100

Time Frame	Temp T °C	Consumption kg H_2O	Heat Content MJ	kWh	#6 Oil (L)
2400-0100	4	1 814	30.4	8.4	.9
0100-0200	3	1 179	14.8	4.1	.5
0200-0300	3	1 723	21.6	6.0	.5
0300-0400	3	1 814	22.8	6.3	.5
0400-0500	4	2 131	35.7	9.9	.9
0500-0600	2	2 177	18.2	5.1	.5
0600-0700	4	2 109	35.3	9.8	.9
0700-0800	3	3 107	38.9	10.8	.9
0800-0900	12	11 385	571.4	158.8	15.9
0900-1000	15	10 614	665.9	185.1	18.6
1000-1100	15	7 212	452.5	125.8	12.7
1100-1200	15	8 074	506.6	140.8	14.1
1200-1300	15	8 572	537.9	149.5	15.0
1200-1300	14	8 527	499.3	138.8	13.6
1300-1400	16	8 935	598.0	166.2	16.8
1400-1500	15	8 210	515.1	143.2	14.5
1500-1600	15	6 849	429.7	119.5	12.3
1600-1700	8	3 311	110.8	30.8	3.2
1700-1800	10	4 309	180.2	50.1	5.0
1800-1900	10	3 356	140.4	39.0	4.9
1900-2000	6	1 587	39.8	11.0	.9
2000-2100	4	7 439	124.5	34.6	3.6
2100-2200	2	2 721	22.8	6.3	.5
2200-2300	2	2 585	21.6	6.0	.5
2300-2400	3	2 177	27.3	7.6	.9
S. Total		113 355 (kg H_2O)	5 123.6 (MJ)	1 708.5 (kWh)	143.9 (L)
	T below supply 5C°	113 355	2 550.7 MJ	1 423.2	71.6
Total for 24 hours			7 674.3	2 131.7	215.5

Average Hourly Heat Content = 319.8 MJ

TABLE 8.3b

HEAT CONTENT OF WASTEWATER
SEPTEMBER 1982
HOSPITAL 100

Time Frame	Temp T °C	Consumption kg H_2O	Heat Content MJ	kWh	#6 Oil (L)
2400-0100	9	1 814	68.3	18.9	1.8
0100-0200	9	3 175	119.5	33.2	3.2
0200-0300	8.5	2 268	80.6	22.4	2.3
0300-0400	8	1 814	60.7	16.9	1.8
0400-0500	8	1 814	60.7	16.9	1.8
0500-0600	9	1 814	68.3	19.0	1.8
0600-0700	9.3	2 721	105.6	29.4	3.2
0700-0800	9.8	3 175	129.6	36.1	3.6
0800-0900	21	8 618	756.9	210.4	21.4
0900-1000	24	8 164	819.5	227.8	23.2
1000-1100	21	7 257	637.4	177.2	17.7
1100-1200	22	5 443	500.8	139.2	14.1
1200-1300	20	5 443	455.3	126.6	12.7
(1300-1400)	(20)	(5 443)	(455.3)	(126.6)	(12.7)
1400-1500	19	8 164	688.8	180.4	18.2
1500-1600	17	6 350	451.5	125.5	12.7
1600-1700	10	1 814	75.8	21.1	2.3
1700-1800	11	2 721	125.2	34.8	3.6
1800-1900	11	1 814	83.4	23.2	2.3
1900-2000	11	2 268	104.3	29.0	2.7
2000-2100	8.5	2 268	80.6	22.4	2.3
2100-2200	8.3	2 268	78.2	21.8	2.3
2200-2300	9	1 360	51.2	14.2	1.4
2300-2400	10	2 268	94.8	26.4	2.7
S. Total		88 452 (kg H_2O)	6 113.0 (MJ)	1 698.0 (kWh)	171.7 (L)
	T below supply 12.3C°	88 452	4 271.9 MJ	1 186.6	120.0
Total for 24 hours			10 384.9	2 884.6	291.7

Average Hourly Heat Content = 432.7 MJ

TABLE 8.4a

CHART DATA INTERPRETATION
HOSPITAL 500
AVERAGE HOURLY TEMPERATURE USED FOR ESTABLISHING TEMPERATURE DIFFERENTIAL FOR WATER HEAT CONTENT
SEWER A

May Readings				September Readings			
Wednesday, May 5 - Thursday, May 6				Wednesday, Sept. 29 - Thursday, Sept. 30			
Time Frame	Waste Effluent °C	Cold Water °C	T C°	Time Frame	Waste Effluent °C	Cold Water °C	T C°
2400-0100	16	10	6	2400-0100	22	14	8
0100-0200	16	10	6	0100-0200	22	14	8
0200-0300	16	10	6	0200-0300	22	14	8
0300-0400	16	10	6	0300-0400	22	14	8
0400-0500	18	10	8	0400-0500	22	14	8
0500-0600	18	10	8	0500-0600	22	14	8
0600-0700	18	10	8	0600-0700	23	14	9
0700-0800	20	10	10	0700-0800	28	14	14
0800-0900	21	10	11	0800-0900	17	14	3
0900-1000	24	10	14	0900-1000	28	14	14
1000-1100	30	10	20	1000-1100	28	14	14
1100-1200	30	10	20	1100-1200	27	14	13
1200-1300	26	10	16	1200-1300	26	14	12
1300-1400	25	10	15	1300-1400	26	14	12
1400-1500	28	10	18	1400-1500	26	14	12
1500-1600	25	10	15	1500-1600	30	14	16
1600-1700	19	10	9	1600-1700	24	14	10
1700-1800	21	10	11	1700-1800	26	14	12
1800-1900	26	10	16	1800-1900	26	14	12
1900-2000	22	10	12	1900-2000	26	14	12
2000-2100	20	10	10	2000-2100	26	14	12
2100-2200	20	10	10	2100-2200	21	14	7
2200-2300	20	10	10	2200-2300	25	14	11
2300-2400	20	10	10	2300-2400	24	14	10

Additional T to 5°C
10-5 = 5C°

Additional T to 5°C
14-5 = 9C°

TABLE 8.4b

CHART DATA INTERPRETATION
HOSPITAL 500
AVERAGE HOURLY TEMPERATURE USED FOR ESTABLISHING
TEMPERATURE DIFFERENTIAL FOR WATER HEAT CONTENT
SEWER B

May Readings				September Readings			
Wednesday, May 5 - Thursday, May 6				Wednesday, Sept. 29 - Thursday, Sept. 30			
Time Frame	Waste Effluent °C	Cold Water °C	T C°	Time Frame	Waste Effluent °C	Cold Water °C	T C°
2400-0100	24	10	14	2400-0100	22	14	8
0100-0200	22	10	12	0100-0200	22	14	8
0200-0300	21	10	11	0200-0300	23	14	9
0300-0400	22	10	12	0300-0400	22	14	8
0400-0500	22	10	12	0400-0500	22	14	8
0500-0600	22	10	12	0500-0600	22	14	8
0600-0700	22	10	12	0600-0700	22	14	8
0700-0800	22	10	14	0700-0800	21	14	7
0800-0900	24	10	14	0800-0900	20	14	6
0900-1000	24	10	14	0900-1000	19	14	5
1000-1100	24	10	14	1000-1100	18	14	4
1100-1200	22	10	12	1100-1200	18	14	4
1200-1300	22	10	12	1200-1300	18	14	4
1300-1400	22	10	12	1300-1400	18	14	4
1400-1500	20	10	10	1400-1500	16	14	2
1500-1600	20	10	10	1500-1600	20	14	6
1600-1700	20	10	10	1600-1700	18	14	4
1700-1800	19	10	9	1700-1800	20	14	6
1800-1900	20	10	10	1800-1900	20	14	6
1900-2000	20	10	10	1900-2000	21	14	7
2000-2100	22	10	12	2000-2100	19	14	5
2100-2200	22	10	12	2100-2200	20	14	6
2200-2300	22	10	12	2200-2300	22	14	8
2300-2400	24	10	14	2300-2400	22	14	8

Additional T to 5°C
10-5 = 5C°

Additional T to 5°C
14-5 = 9C°

TABLE 8.5

CHART DATA INTERPRETATION
HOSPITAL 300
AVERAGE HOURLY TEMPERATURE USED FOR ESTABLISHING TEMPERATURE DIFFERENTIAL FOR WATER HEAT CONTENT

May Readings				September Readings			
Wednesday, May 26 Thursday, May 27				Thursday, Sept. 16 Friday, Sept. 17			
Time Frame	Waste Effluent °C	Cold Water °C	T C°	Time Frame	Waste Effluent °C	Cold Water °C	OT C°
2400-0100	20	9	11	2400-0100	22	16	6
0100-0200	19	9	10	0100-0200	22	16	6
0200-0300	18	9	9	0200-0300	22.5	16	6.5
0300-0400	19	9	10	0300-0400	23	16	7
0400-0500	18	9	9	0400-0500	22	16	6
0500-0600	19	9	10	0500-0600	22	16	6
0600-0700	19	9	10	0600-0700	23	16	7
0700-0800	20	9	11	0700-0800	23	16	7
0800-0900	23	9	14	0800-0900	25	16	9
0900-1000	24	9	15	0900-1000	26	16	10
1000-1100	20	9	11	1000-1100	25.5	16	9.5
1100-1200	19	9	9	1100-1200	25	16	9
1200-1300	24	9	15	1200-1300	20	16	4
1300-1400	25	9	16	1300-1400	25	16	9
1400-1500	24	9	15	1400-1500	26	16	10
1500-1600	17	9	8	1500-1600	25	16	9
1600-1700	17	9	8	1600-1700	28	16	12
1700-1800	21	9	12	1700-1800	25.5	16	9.5
1800-1900	25	9	16	1800-1900	28	16	12
1900-2000	19	9	10	1900-2000	24	16	8
2000-2100	18	9	9	2000-2100	23	16	7
2100-2200	17	9	8	2100-2200	22	16	6
2200-2300	18	9	9	2200-2300	22	16	6
2300-2400	19	9	10	2300-2400	22	16	6

Additional T to 5°C
9-5 = 4C°

Additional T to 5°C
16-5 = 11C°

TABLE 8.6

CHART DATA INTERPRETATION
HOSPITAL 100
AVERAGE HOURLY TEMPERATURE USED FOR ESTABLISHING TEMPERATURE DIFFERENTIAL FOR WATER HEAT CONTENT

May Readings Thursday, May 13 - Friday, May 14				September Readings Thursday, Sept. 9 - Friday, Sept. 10			
Time Frame	Waste Effluent °C	Cold Water °C	T C°	Time Frame	Waste Effluent °C	Cold Water °C	T C°
2400-0100	14	10	4	2400-0100	27	18	9
0100-0200	13	10	3	0100-0200	27	18	9
0200-0300	13	10	3	0200-0300	26.5	18	8.5
0300-0400	13	10	3	0300-0400	26	18	8
0400-0500	14	10	4	0400-0500	26	18	8
0500-0600	12	10	2	0500-0600	27	18	9
0600-0700	14	10	4	0600-0700	27	17.75	9.3
0700-0800	13	10	3	0700-0800	27	17.75	9.8
0800-0900	22	10	12	0800-0900	37	16	21
0900-1000	25	10	15	0900-1000	40	16	24
1000-1100	25	10	15	1000-1100	37	16	21
1100-1200	25	10	15	1100-1200	38	16	22
1200-1300	24	10	14	1200-1300	37	17	20
1300-1400	26	10	16	(1300-1400)	(37)	(17)	(20)
1400-1500	25	10	15	1400-1500	36	17	19
1500-1600	25	10	15	1500-1600	34	17	17
1600-1700	18	10	8	1600-1700	27	17	10
1700-1800	20	10	10	1700-1800	28	17	11
1800-1900	20	10	10	1800-1900	28	17	11
1900-2000	16	10	6	1900-2000	28	17	11
2000-2100	14	10	4	2000-2100	26	17.5	8.5
2100-2200	12	10	2	2100-2200	26	17.75	8.3
2200-2300	12	10	2	2200-2300	27	18	9
2300-2400	13	10	3	2300-2400	28	18	10

Additional T to 5°C
10-5 = 5C°

Additional T to 5°C
17.3-5 = 12.3C°

TABLE 8.7

HOSPITAL 500
HEAT CONTENT BASED ON DAILY READINGS
SEWER A

Date	Water Consumption kg	Equivalent T °C	Heat Content MJ	MJ Total	kWh	L #6 Oil
May 6, 1982	274 718	13.3°C	15 288	21 035	5 843	591
		5	5 747			
May 7, 1982	264 618	13.3	14 726	20 262	5 678	569
		5	5 536			
May 8, 1982	229 777	13.3	12 786	17 593	4 887	494
		5	4 807			
May 9, 1982	181 800	13.3	10 117	13 920	3 866	391
		5	3 803			
May 10, 1982	247 955	13.3	13 798	18 985	5 273	533
		5	5 187			
May 11, 1982	276 236	13.3	15 372	21 151	5 875	594
		5	5 779			
Aug. 26, 1982	290 882	9.9	12 049	23 002	3 938	398
		9	10 953			
Aug. 27, 1982	320 677	9.9	13 283	26 358	4 323	437
		9	12 075			
Aug. 28, 1982	268 155	9.9	11 107	21 205	3 615	366
		9	10 098			
Aug. 29, 1982	196 950	9.9	8 158	15 574	2 655	269
		9	7 416			
Aug. 30-31/82	502 982	9.9	20 834	39 774	6 781	686
		9	18 940			
Sept. 1/82	294 918	9.9	12 215	23 320	3 976	402
		9	11 105			
		SEWER B				
May 6, 1982	274 718	11.7°C	13 448	19 195	5 332	539
		5	5 747			
May 7, 1982	264 618	11.7	12 954	18 490	5 136	519
		5	5 536			
May 8, 1982	229 777	11.7	11 248	16 055	4 460	451
		5	4 807			
May 9, 1982	181 800	11.7	8 900	12 703	3 529	357
		5	3 803			
May 10, 1982	247 955	11.7	12 138	17 325	4 812	487
		5	5 187			
May 11, 1982	276 236	11.7	13 523	19 303	5 362	542
		5	5 779			

TABLE 8.7 (Cont'd)

HOSPITAL 500
HEAT CONTENT BASED ON DAILY READINGS
SEWER B

Date	Water Consumption kg	Equivalent T °C	Heat Content MJ	MJ Total	kWh	L #6 Oil
Aug. 26, 1982	290 882	2.6	3 164	14 177	6 389	646
		9	10 953			
Aug. 27, 1982	320 677	2.6	3 488	15 563	2 044	712
		9	12 075			
Aug. 28, 1982	268 155	2.6	2 917	13 015	5 890	596
		9	10 098			
Aug. 29, 1982	196 950	2.6	2 142	9 559	4 326	437
		9	7 416			
Aug. 30-31/82	502 982	2.6	5 472	24 412	4 048	1 117
		9	18 940			
Sept. 1/82	294 918	2.6	3 208	14 313	6 478	655
		9	11 105			

TABLE 8.8

HOSPITAL 300
HEAT CONTENT BASED ON DAILY READINGS

SEPT. 16, 1982 - SEPT. 22, 1982

Date	Water Consumption kg	Equivalent T °C	Heat Content MJ	MJ Total	kWh	L #6 Oil
Sept. 17, 1982	339 091	8.5°C	12 059	27 665	7 685	777
		11	15 606			
Sept. 18-20/82	918 182	8.5	32 654	74 912	20 808	2 104
		11	42 258			
Sept. 21, 1982	354 545	8.5	12 609	28 927	8 035	813
		11	16 318			
Sept. 22, 1982	331 818	8.5	11 801	27 073	7 520	760
		11	15 272			

MAY 26, 1982 - JUNE 1, 1982

May 27, 1982	381 586	11.8	18 839	25 225	7 007	708
		4	6 386			
May 28, 1982	350 086	11.8	17 294	23 143	6 428	650
		4	5 859			
May 29, 1982	367 768	11.8	18 157	24 312	6 753	683
		4	6 155			
May 30, 1982	318 009	11.8	15 700	21 022	5 839	590
		4	5 322			
May 31, 1982	354 327	11.8	17 494	23 424	6 506	658
		4	5 930			
June 1, 1982	426 900	11.8	21 016	28 221	7 839	793
		4	7 145			
June 2, 1982	413 259	11.8	20 403	27 319	7 388	767
		4	6 916			

TABLE 8.9

HOSPITAL 100
HEAT CONTENT BASED ON DAILY READINGS

SEPT. 9, 1982 - SEPT. 14, 1982

Date	Water Consumption kg	Equivalent T °C	Heat Content MJ	MJ Total	kWh	L #6 Oil
Sept. 9, 1982	76 818	15.9°C	5 110	9 063	2 517	255
		12.3	3 953			
Sept. 10, 1982	90 454	15.9	6 018	10 673	2 965	300
		12.3	4 655			
Sept. 11, 1982	77 727	15.9	5 171	9 171	2 547	258
		12.3	4 000			
Sept. 12, 1982	78 636	15.9	5 231	9 278	2 577	261
		12.3	4 047			
Sept. 13, 1982	77 272	15.9	5 141	9 118	2 533	256
		12.3	3 977			
Sept. 14, 1982	77 727	15.9	5 171	9 171	2 547	258
		12.3	4 000			

MAY 13, 1982 - MAY 19, 1982

May 14, 1982	101 863	13.5	5 754	7 885	2 190	221
		5	2 131			
May 15, 1982	112 727	13.5	6 367	8 725	2 423	245
		5	2 358			
May 16, 1982	89 091	13.5	5 032	6 896	1 916	194
		5	1 864			
May 17, 1982	86 364	13.5	4 878	6 685	1 857	188
		5	1 867			
May 18, 1982	117 272	13.5	6 624	9 077	2 521	255
		5	2 453			
May 19, 1982	119 091	13.5	6 727	9 218	2 560	259
		5	2 491			

TABLE 8.10

HEAT CONTENT BASED ON
SEMI-ANNUAL WATER CONSUMPTION

Time	Hospital 300				Hospital 300		Hospital 100	
	Equivalent T °C		Heat Content MJ		Equivalent T °C	Heat Content MJ	Equivalent T °C	Heat Content MJ
	(A)	(B)	(A)	(B)				
April-	9.9	2.6	1 686 149	442 827	8.5	2 172 036	15.9	1 048 776
September	9	.9	1 532 363	1 532 863	11	2 810 870	12.3	811 317
October	13.3	11.7	2 265 230	1 992 722	11.8	2 991 796	13.5	879 117
- March	5	5	851 590	851 590	4	1 014 168	5	325 599
Yearly			11 155 834			8 988 870		3 064 809

9.0 HEAT RECOVERY SYSTEM PROPOSAL

9.1 General

The following points were considered in evaluating the type of equipment required to extract heat from sanitary waste effluent.

(a) Flow observed in all hospitals could not be considered a constant flow. The flow rate tended to vary widely and temperature peaks tended to vary widely from the average temperature, but were of short duration.

(b) Equipment could not be economically sized to recover the peak flow-temperature occurrences without being vastly oversized for normal operation.

(c) Lower limit of sanitary effluent theoretically is 0°C. This, however, was not considered practical and a generous safety factor is required to eliminate potential freeze-up of evaporator section of a heat pump installation.

(d) Obvious requirement for an easily maintained heat exchanger which is in the waste effluent flow.

(e) Heat recovered must be of a grade that can be utilized in the hospital operation.

9.2 System Schematic

Figure 9.1 is a diagrammatic indication of a heat recovery system.

Incoming sanitary waste is passed through a dewatering conveyor to separate the solids from the effluent. The effluent without the solids is then discharged into a storage tank sized to accommodate the average hourly flow.

A circulating pump supplies gray water to the evaporator section of the water to water heat pump.

Provision is made for automatic tube cleaning by two three-way valves to allow periodic flow reversal in the tubes. This operates an automatic brush-cleaning system to maintain a low fouling factor.

Domestic water pumped through the condensing section is used to preheat the water supply to the domestic hot water generator.

9.3 Operating Parameters

The calculation of heat content in the sanitary effluent was made in two parts.

The first part is the temperature differential between the cold water supply temperature entering the building and the sanitary effluent temperature leaving the building. This involves interpretation of the peaks in the temperatures and the flow at the peak temperature.

The second part of the calculation involves the reduction of the sanitary effluent temperature to remove the maximum amount of heat that is technically safe. The minimum temperature leaving the heat pump on the evaporator side has been established as 5°C.

Therefore the total heat content of the sanitary effluent is based on an effluent temperature leaving the heat pump of 5°C, in both winter and summer which is substantially below the cold water supply temperature.

10.0 COST ANALYSIS - HEAT RECOVERY SYSTEM

10.1 Hospital 500

Average Hourly Heat Content - 1623 MJ
Annual Total Heat Content - 11 155 834 MJ
Maximum Effluent Flow Rate - 606 L/min.
Steam Cost (Purchased) - $8.10/1000 lbs.
Electric Power (kWh) - 4.34¢/kWh
6.25/kW demand/mo.

Equipment

Heat Pump Packaged Units c/w Auto Tube Cleaning	$ 60,000
Dewatering Conveyor	14,000
Pumps & Piping	10,000
Storage Tank	20,000
Installation	45,000
Electrical	15,000
Total Capital Cost	$164,000

Annual Steam Saving = 11 155 83 MJ or 11 132 000 #steam/year.

Steam Cost = $8.10/1000 lbs.

Total Steam Saving = 11 132 x $8.10 = $90,200.00

Annual Electrical Cost

Operating Hours = $\frac{\text{Annual Heat Content}}{\text{System Capacity}}$

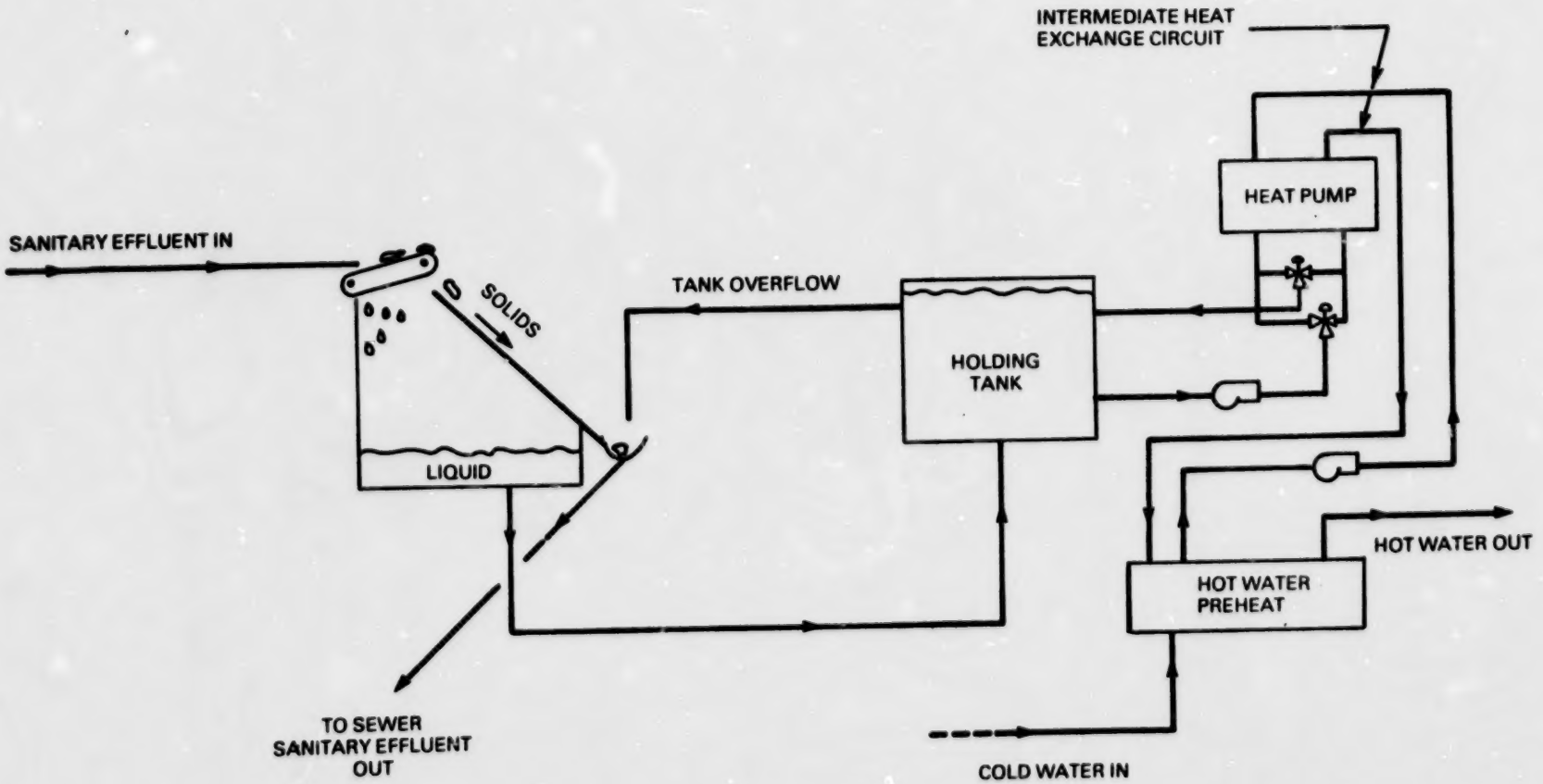


FIG. 9.1

HEAT RECOVERY SCHEMATIC

$$= \frac{11\ 155\ 834\ MJ}{1622.8\ MJ/hr}$$

= 6 875 hrs/year

kW input = 128 (Manufacturers Data)

128 x 6 875 hrs/year x 4.34¢/kWh = $38,200/year
Demand Charge = 6.25/kW Demand/Mo.
Demand Charge = 128 x 6.25 x 12 mo/year = $9,600

Total Electrical Cost = $47,800/yr.

$$\text{Net Yearly Saving} = \$90,000 - \$47,800 = \$42,400$$
Dollars

$$\frac{\text{Net Yearly Saving}}{\text{EkWh/m}^2\text{/yr}}$$

$$\#\ \text{Steam/yr.} = \frac{42\ 400}{\$8.10} = 5\ 235\ 00\ \#\ \text{steam/yr}$$

= 5 235 000 x 9.50 kWh/yr 3 414

= 1 456 722 kWh/yr.

Hospital Area = 422 000 ft^2 = 39 219 m^2

$$\text{Net Yearly Saving} = \frac{1\ 456\ 722\ kWh/yr}{39\ 219\ m^2}$$

$$EkWh/m^2 = \frac{37\ kWh/yr.}{m^2}$$

Payback Period

$$\text{Simple Payback} = \frac{\$164,000}{\$\ 42,400} = 3.9\ \text{years}$$

10.2 Hospital 300

Average Hourly Heat Content = 1 091 MJ
Annual Total Heat Content = 8 988 870 MJ
Maximum Effluent Flow Rate = 447 L/min

#6 Oil Price $0.24/L
Electric Power 4.34¢/kWh
$6.25/kW demand/mo.

Equipment

Heat Pump Packaged Units c/w Auto Tube Cleaning	$ 52,000
Dewatering Conveyor	14,000
Pumps and Piping	8,000
Storage Tank	16,000
Installation	40,000
Electrical	12,000
Total Capital Cost	$142,000

Annual Saving #6 Oil

= 8 988 870 MJ
= 252 497 l #6 oil/yr.

Oil Cost = $0.24/l
= $60,600.00/yr.

Annual Electric Cost

$$\text{Operating Hours} = \frac{\text{Annual Heat Content}}{\text{System Capacity}}$$

$$= \frac{8\ 988\ 870\ \text{MJ/yr}}{1\ 091\ \text{MJ}}$$

= 8 239 hrs/yr.

kW Input = 85 kW (Manufacturers Data)

85 x 8 239 hrs./yr x 4.34¢/kWhr = $30,394.00/yr.
Demand Charge = 6.25 x 85 x 12 = $6,375.00/yr.

Total Electrical Cost = $36,800.00/yr.

Net Yearly Saving = $60,600 - $36,800 = $23,800.00/yr.
Dollars

Net Yearly Saving

EkWh/m^2/yr.

$$1\ \#6\ \text{oil/yr.} = \frac{\$23,800}{\$0.24} = 99,167\ 1\#6\ \text{oil/yr.}$$

= 3 530 331 MJ/yr.

= 980 620 kWh/yr.

Hospital Area = 230 000 ft^2
= 21 375 m^2

Net Yearly Saving = 980 620 kWh/yr.
EkWh/m^2 21 375 m^2

= 45.9 EkWhr/yr.
m^2

Payback Period

Simple Payback = $142,000.00 / 23 800.00

= 6 years

10.3 Hospital 100

Average Hourly Heat Content = 376 MJ
Annual Total Heat Content = 3 064 809 MJ
Maximum Effluent Flow Rate = 159 L/min.
#6 Oil Price $0.24/l
Electric Power 4.34¢/kWhr
6.25/kW demand/mo.

Equipment

Heat Pump Packaged Unit	$ 20 000
c/w Auto Tube Cleaning	
Dewatering Conveyor	14 000
Pumps and Piping	4 000
Storage Tank	10 000
Installation	20 000
Electrical	6 000
Total Capital Cost	$ 74 000

Annual Saving #6 Oil

= 3 064 809 MJ
= 86 090 l #6 oil/yr.

Oil Cost = $0.24/l
= $20,661.00/yr.

Annual Electrical Cost

Operating Hours = Annual Heat Content / System Capacity

= 3 064 809 MJ/yr.
376 MJ/hr.

= 8 151 hrs./yr.

kW Input = 34 kW (Manufacturers Data)

34 x 8 151 hrs./yr x 4.34¢/kWhr = $12,028.00/yr.
Demand Charge = 34 x 6.25 x 12 mo./yr = 2 550.00/yr.

Total Electrical Cost = $14 578.00/yr.

Net Yearly Saving = $20,661.00 - 14,578.00 = $6,083/yr.
Dollars

Net Yearly Saving

EkWh/m^2/yr.

1 #6 oil/yr. = 6 083.00 = 25 346 1 #6 oil/yr.

= 902 314 MJ/yr.

= 250 636 kWhr/yr.

Hospital Area = 73 846 ft^2 = 6 863 m^2.

$$\text{Net Yearly Saving} = \frac{250\ 636\ \text{kWh/yr}}{6\ 863\ m^2}$$

$$\text{EkWh/m}^2 = \frac{36.5\ \text{EkWhr/year}}{m^2}$$

Payback Period

$$\text{Simple Payback} = \frac{\$74,000.00}{\$\ 6,083.00} = 12.2 \text{ years}$$

11.0 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

From analysis of field-gathered information and study of available equipment for heat recovery the following points apply:

(a) Retrofit of existing hospitals would be difficult in that the solids contained in sanitary effluent make extra equipment necessary to allow extraction of heat, while protecting the equipment from fouling.

Consideration should be given to piping of gray water drains separate from water closets. Showers, lavatories and most fixtures which have hot water supplied could be drained with a separate system and this would provide the most efficient heat recovery source. In new hospital design these suggestions could be incorporated with a minimum effort and expense.

(b) Heat pump energy recovery systems for domestic hot water preheat analysed for the three hospitals showed payback periods of 3.9 years for hospital 500, 6 years for hospital 300 and 12.2 years for hospital 100.

It appears that recovery systems are the most feasible in order of size, with the largest hospital showing the most promising payback.

A significant part of the recoverable energy is obtained by reducing the effluent leaving the building to 5°C, in most cases substantially below the supply water temperature entering the building.

APPENDIX A

7.1a Hospital 500
Temperature Recording Charts - May 1982

7.1b Hospital 500
Temperature Recording Charts - August 1982

7.2a Hospital 300
Temperature Recording Charts - May 1982

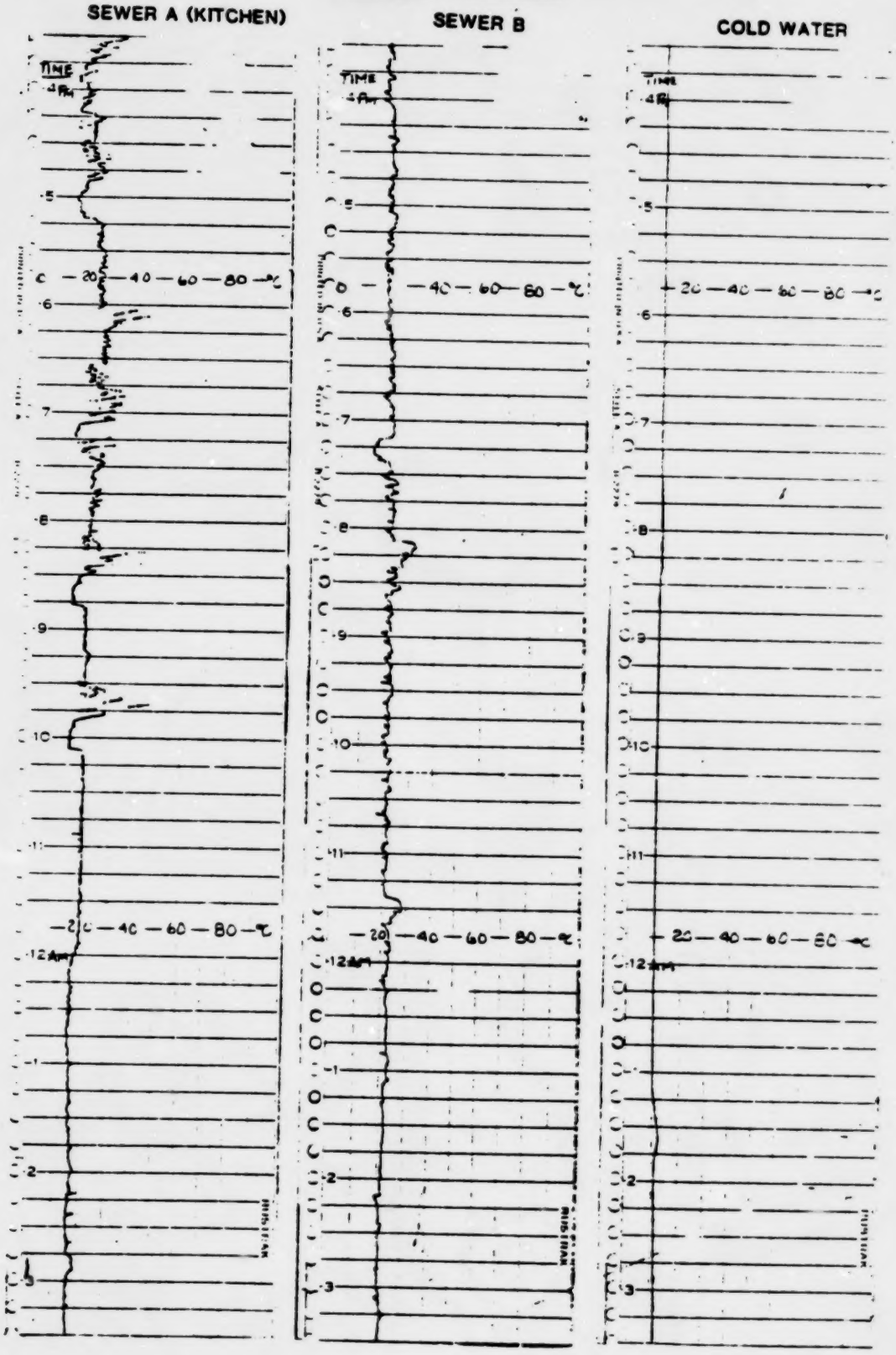
7.2b Hospital 300
Temperature Recording Charts - September 1982

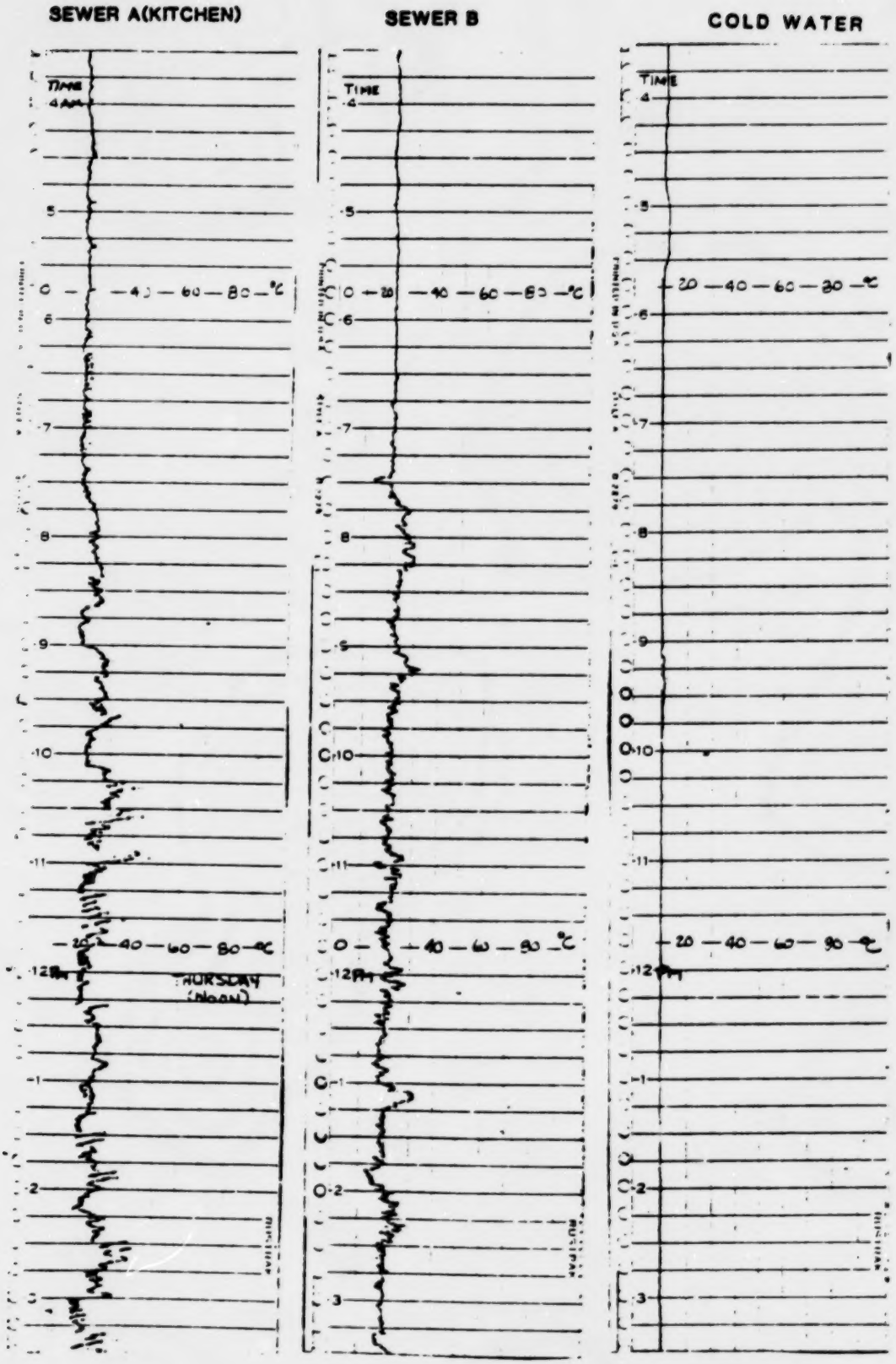
7.3a Hospital 100
Temperature Recording Charts - May 1982

7.3b Hospital 100
Temperature Recording Charts - September 1982

HOSPITAL 500

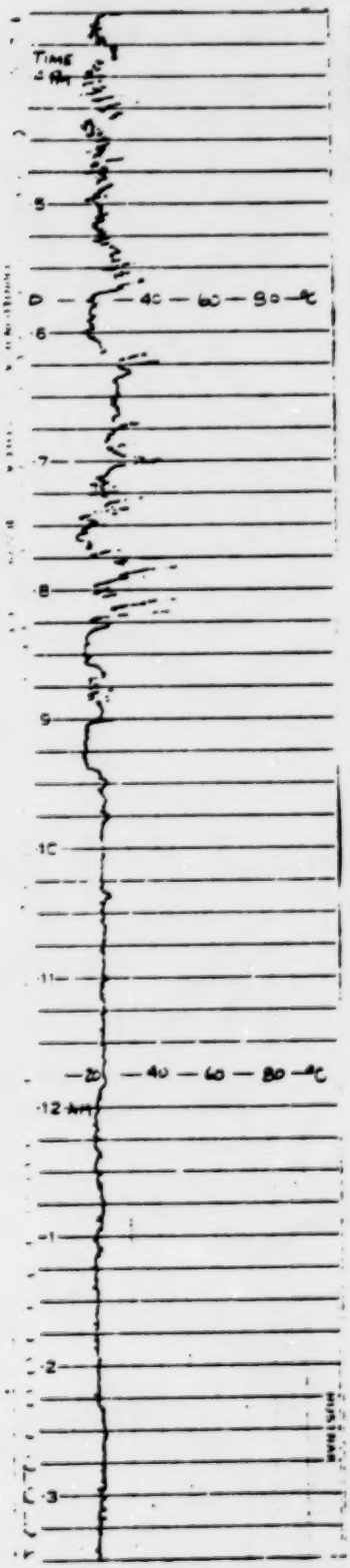
MAY 5/82 TO MAY 12/82



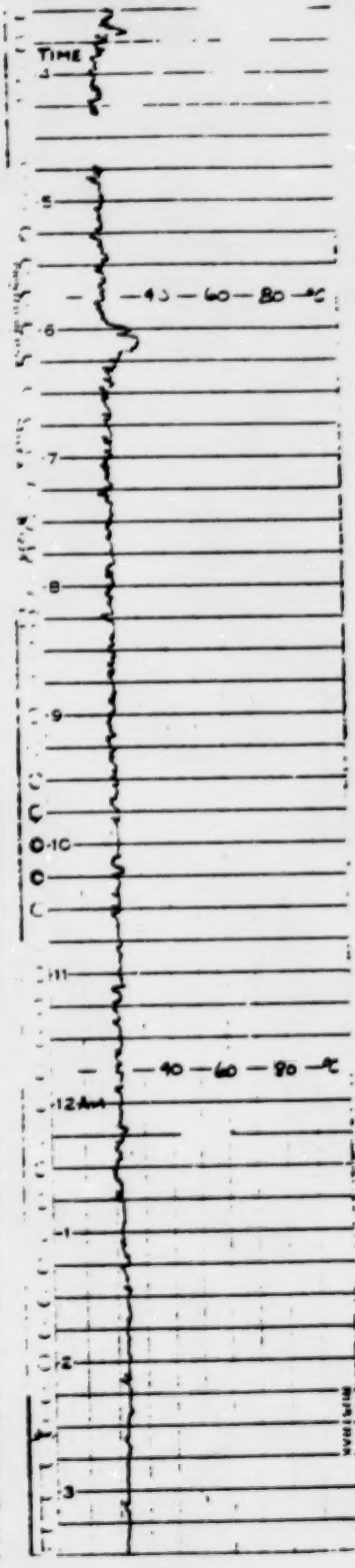

SEWER A(KITCHEN)
SEWER B
COLD WATER
TIME
4AM
5
6
7
8
9
10
11
12PM
1
2
3
0 — 40 — 60 — 80 — °C
THURSDAY
(NOON)

HOSPITAL 500

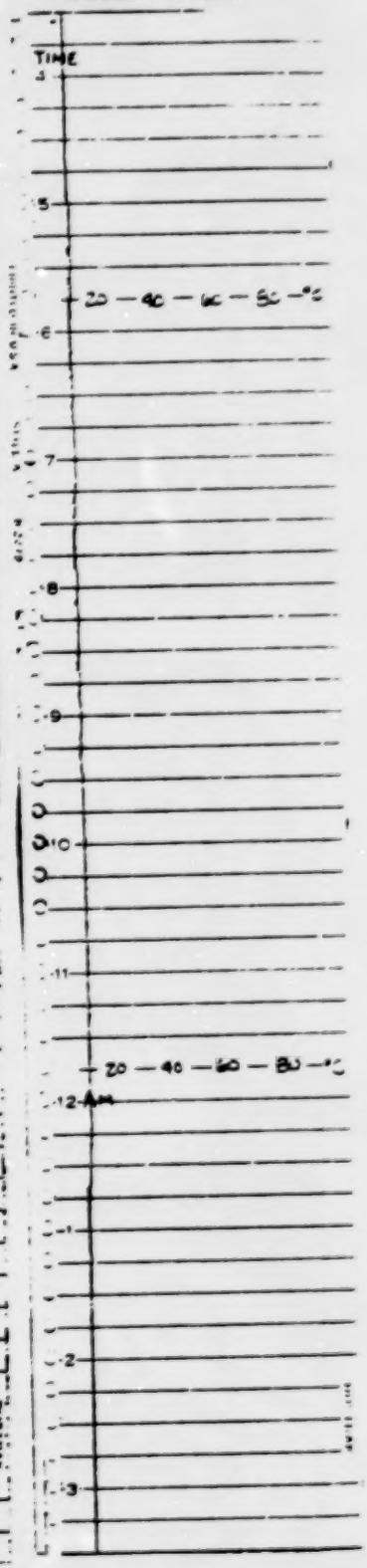
SEWER A(KITCHEN)



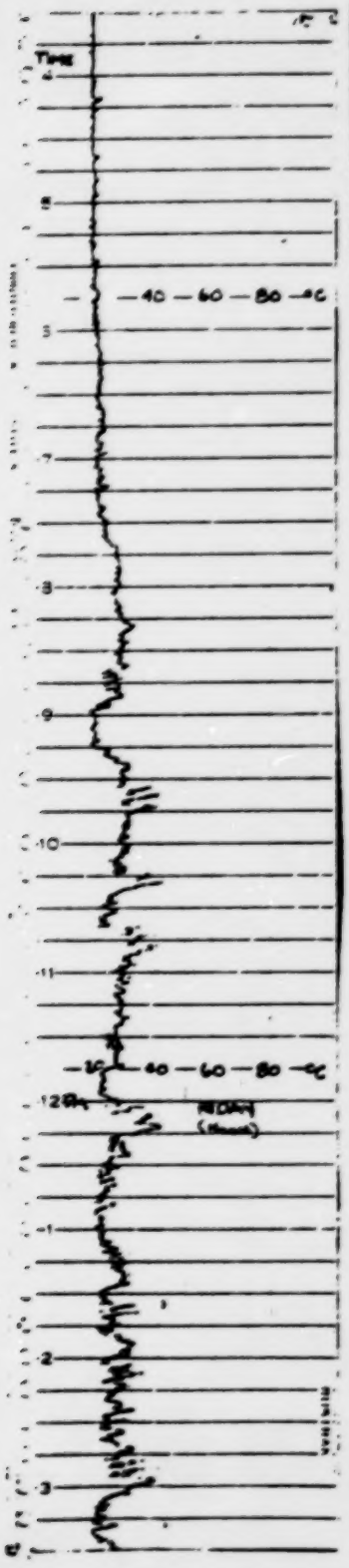
SEWER B



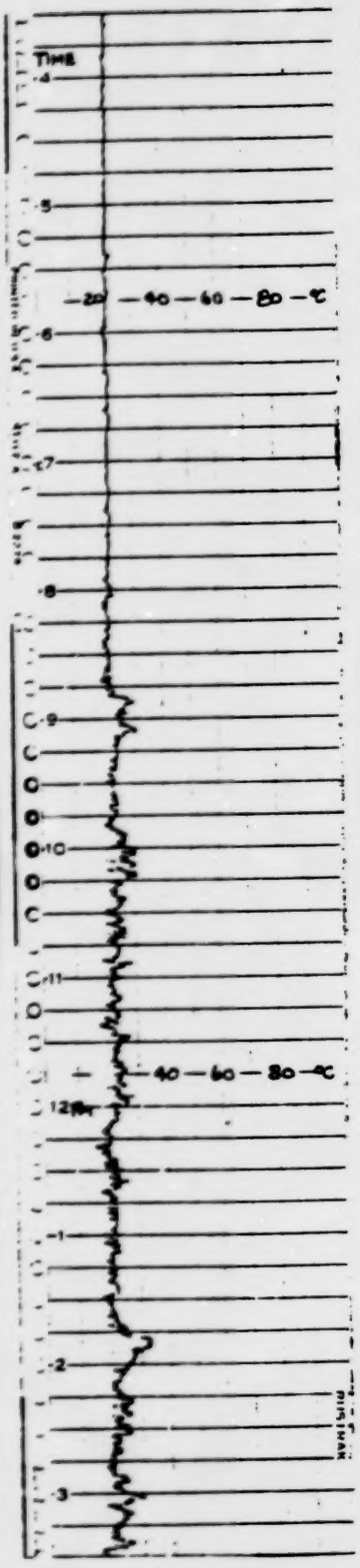
COLD WATER



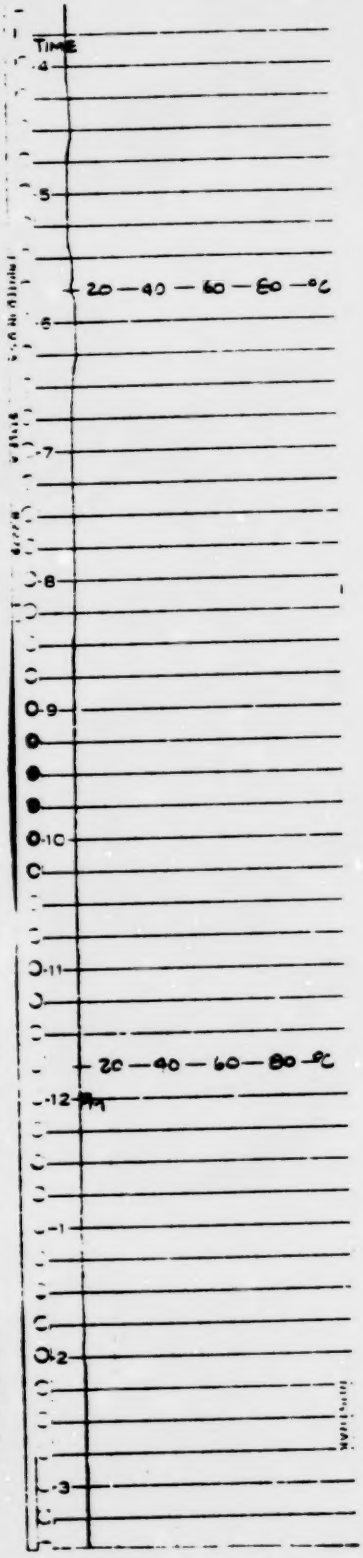
SEWER A(KITCHEN)



SEWER B

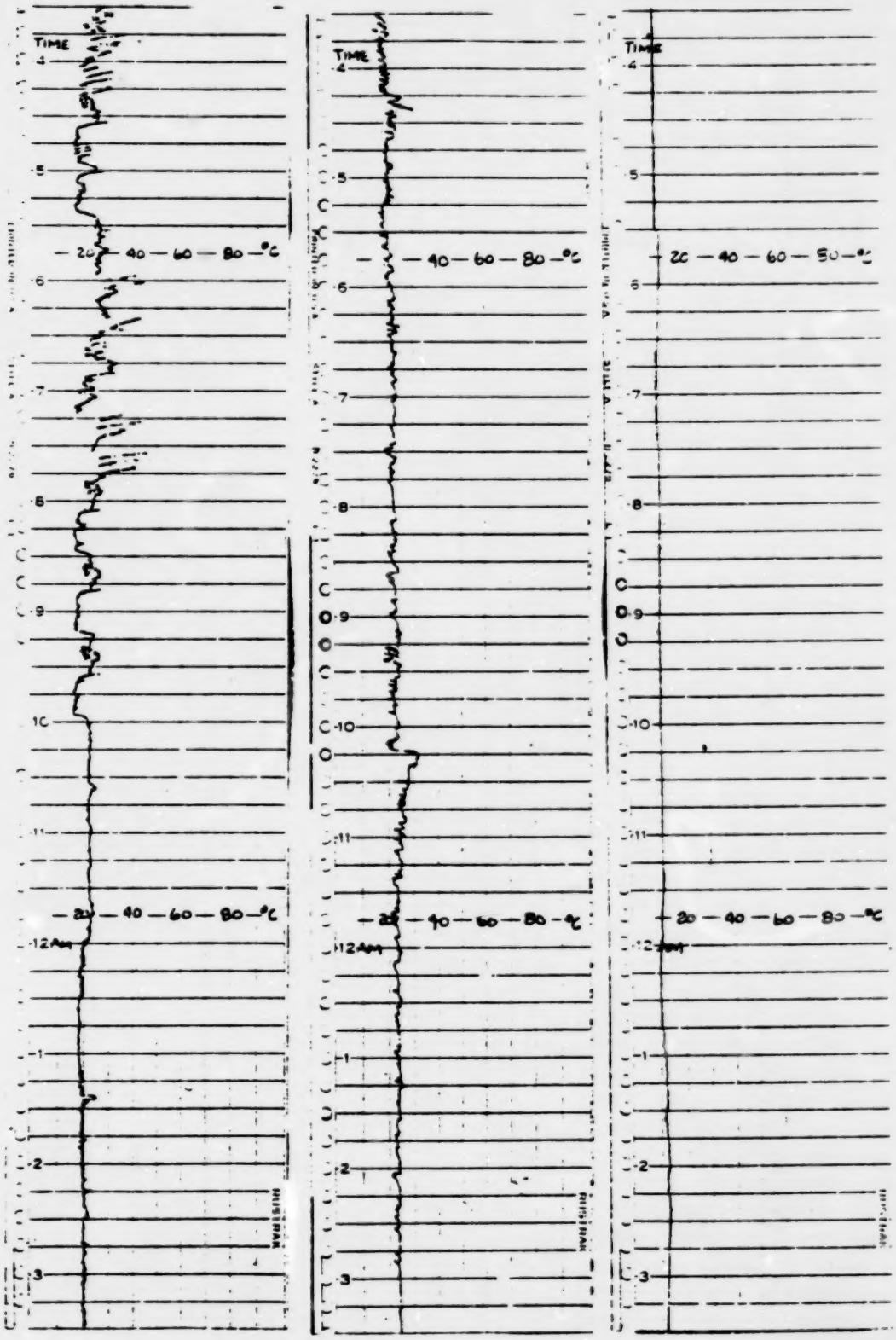


COLD WATER

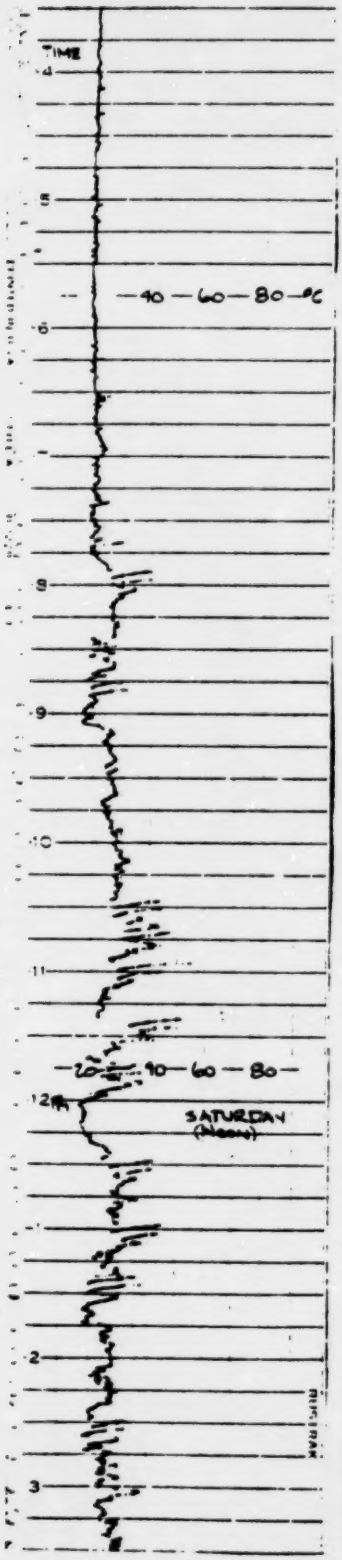


HOSPITAL 500

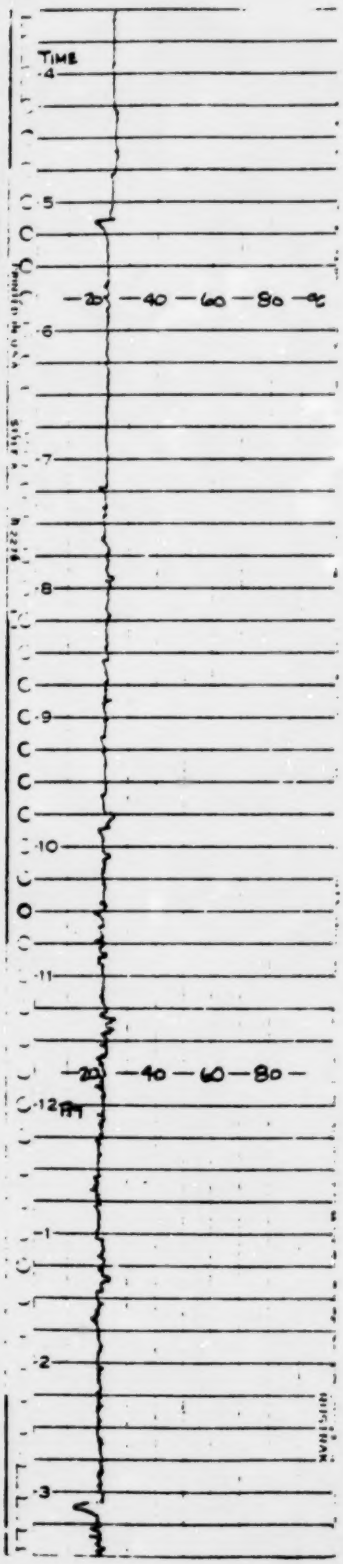
SEWER A(KITCHEN) | SEWER B | COLD WATER



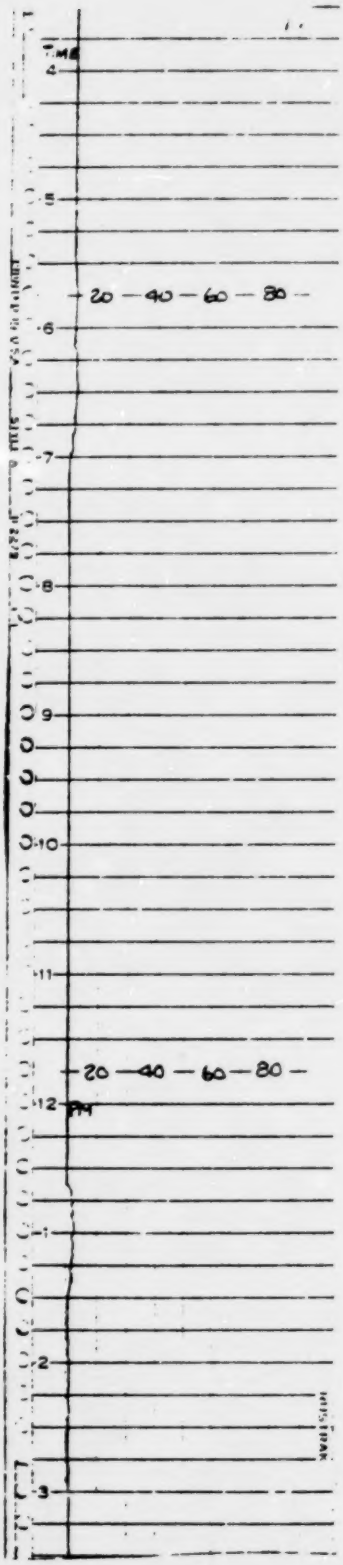
SEWER A(KITCHEN)



SEWER B

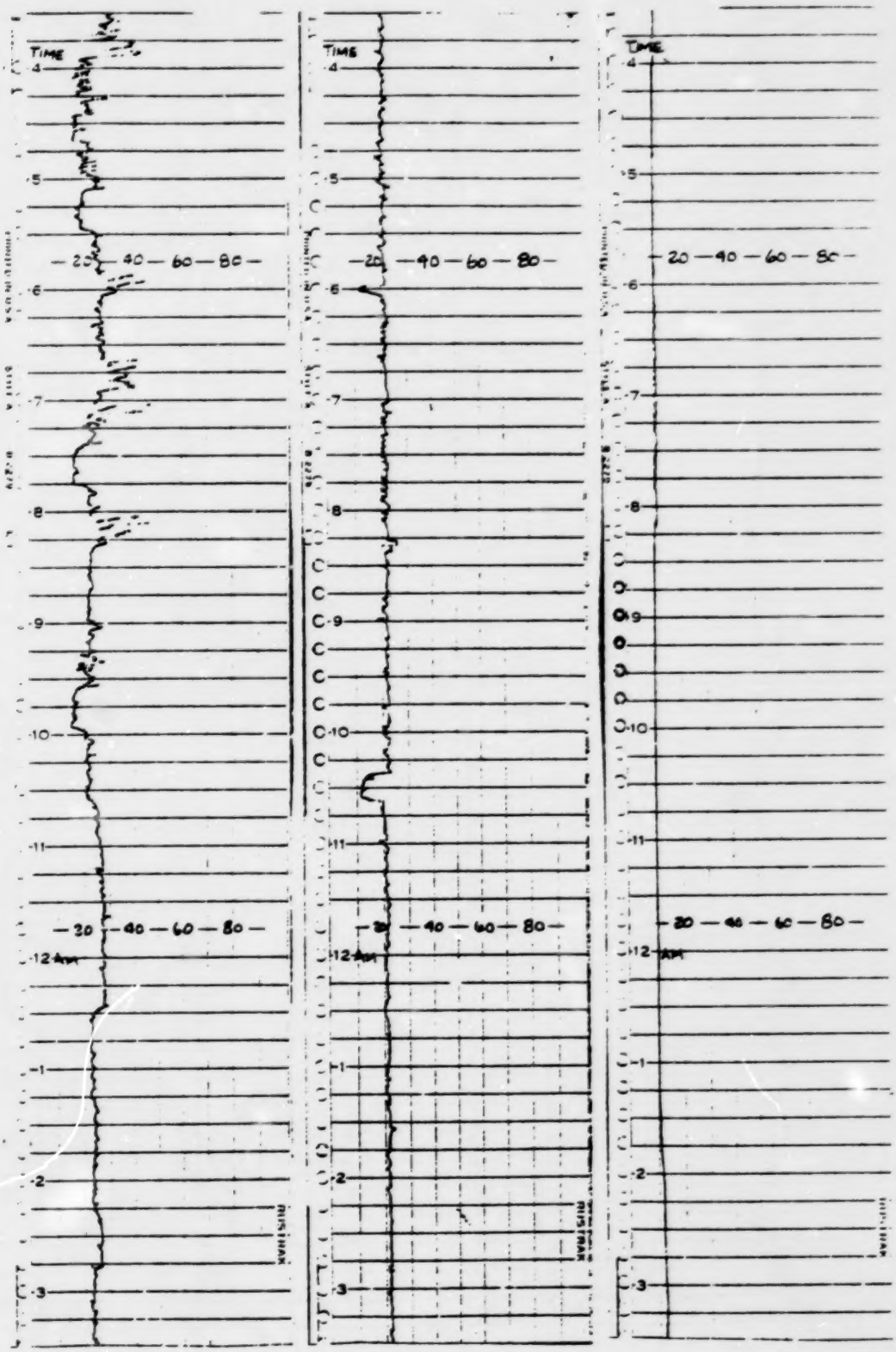


COLD WATER

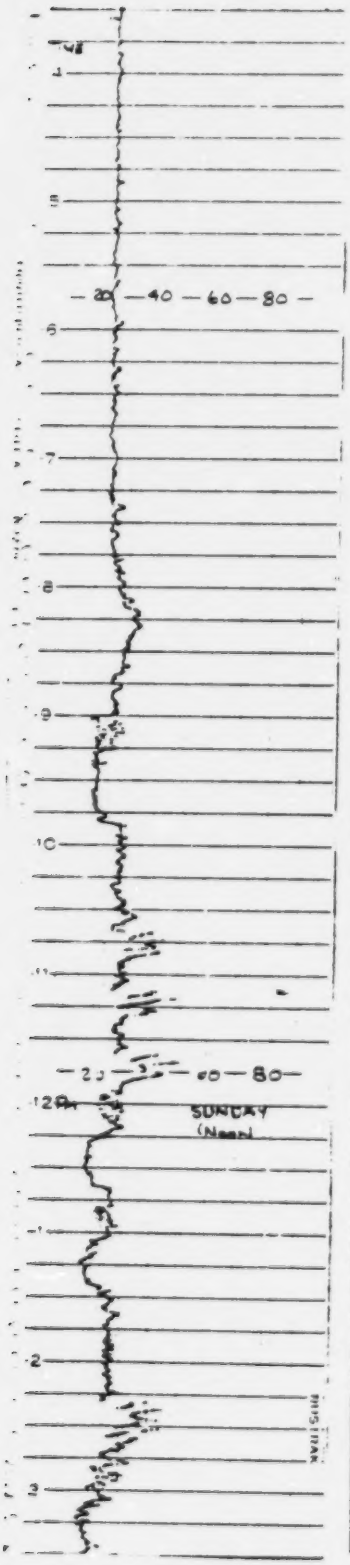


HOSPITAL 500

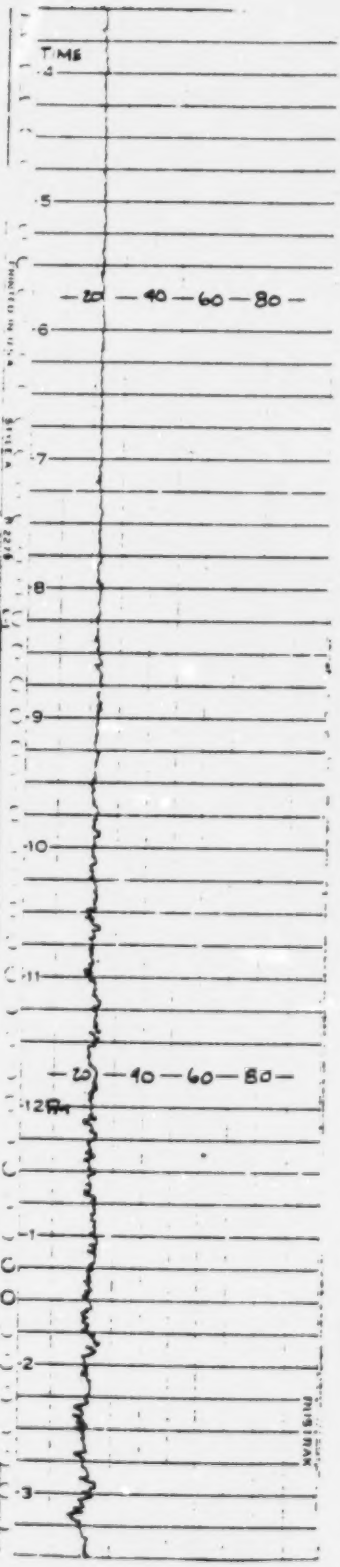
SEWER A(KITCHEN) | SEWER B | COLD WATER



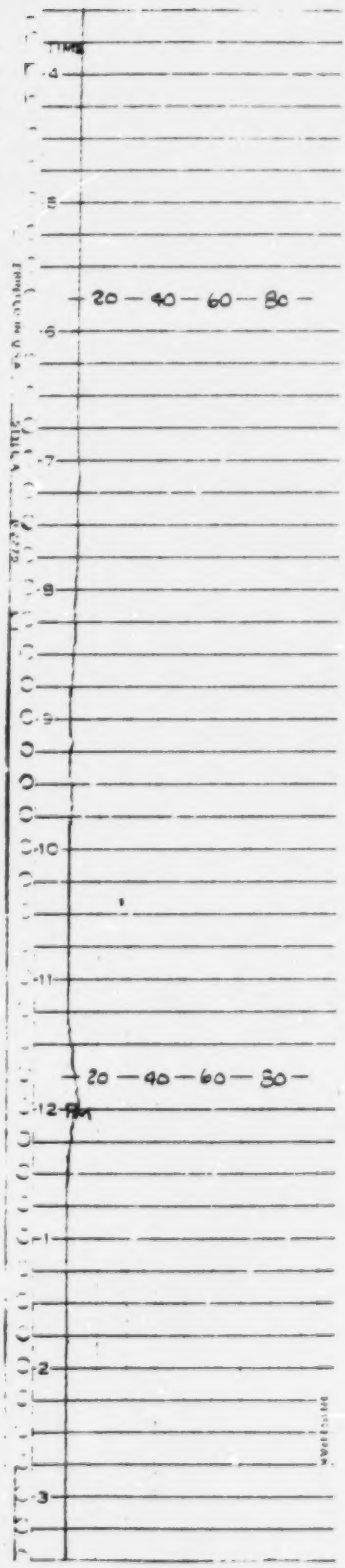
SEWER A(KITCHEN)



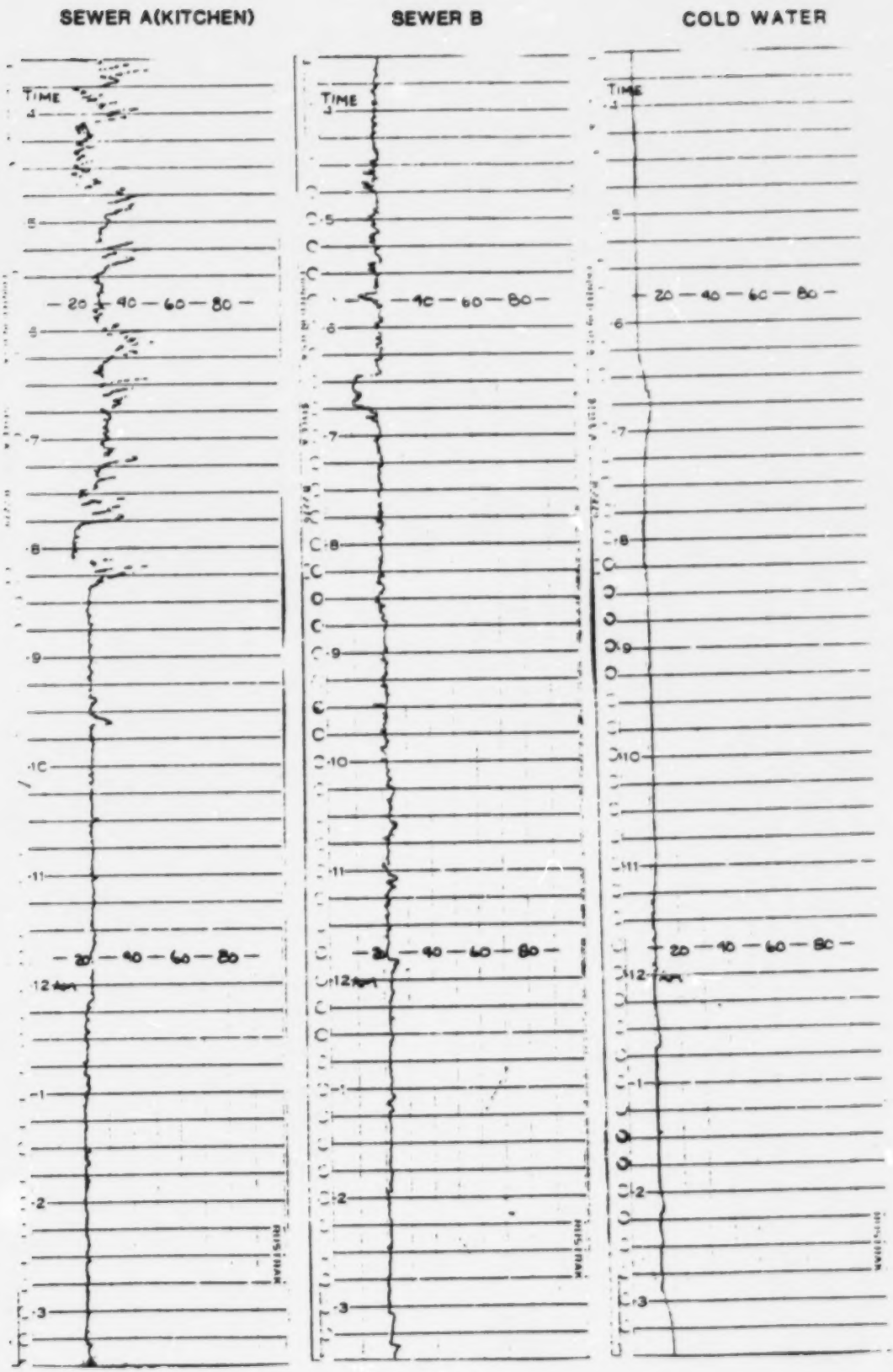
SEWER B



COLD WATER



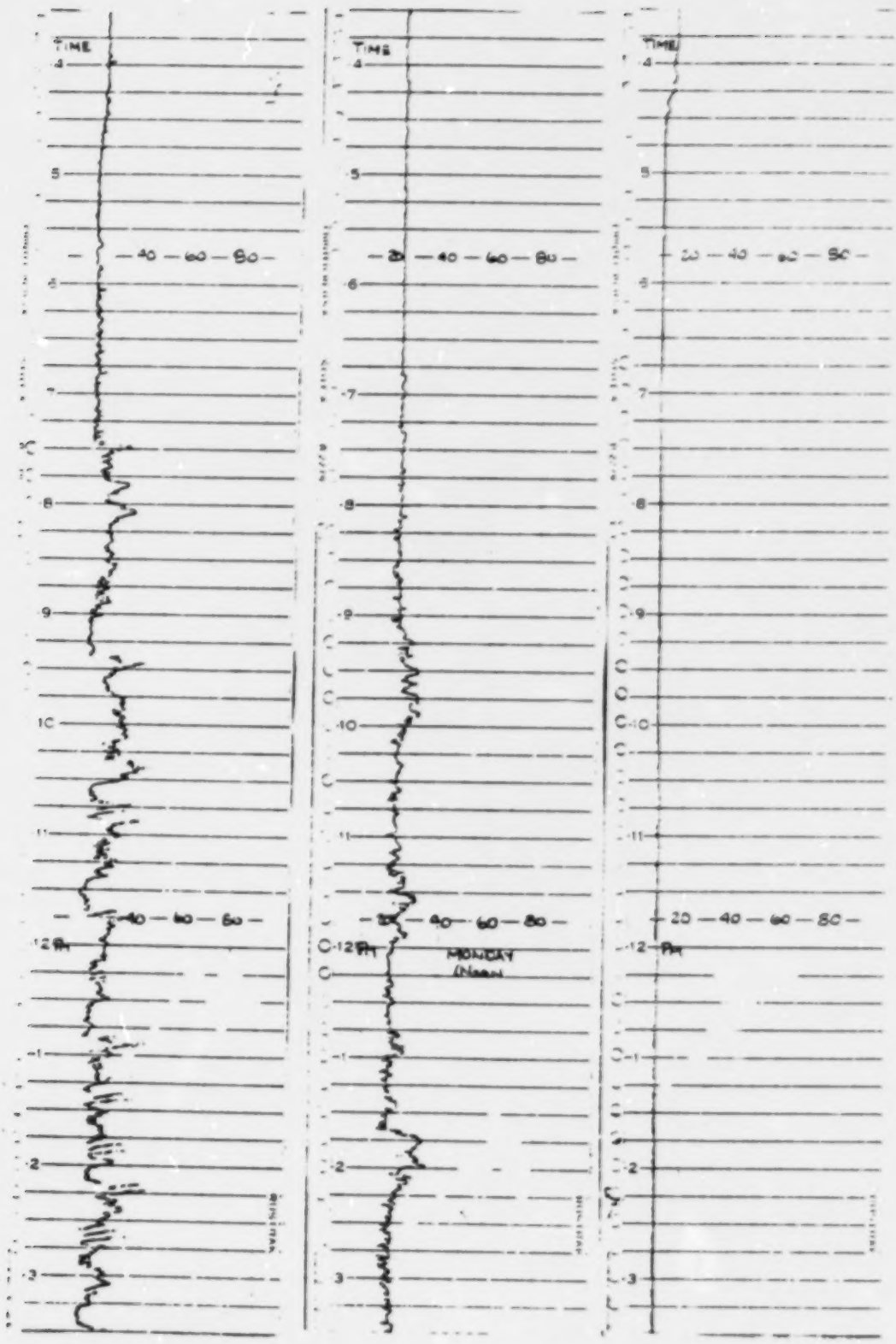
HOSPITAL 500



SEWER A(KITCHEN)

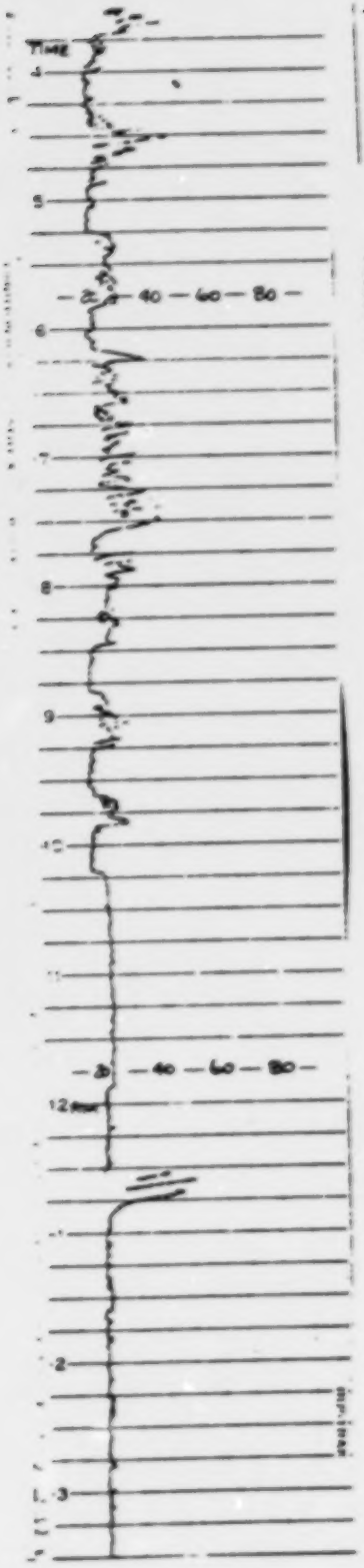
SEWER B

COLD WATER

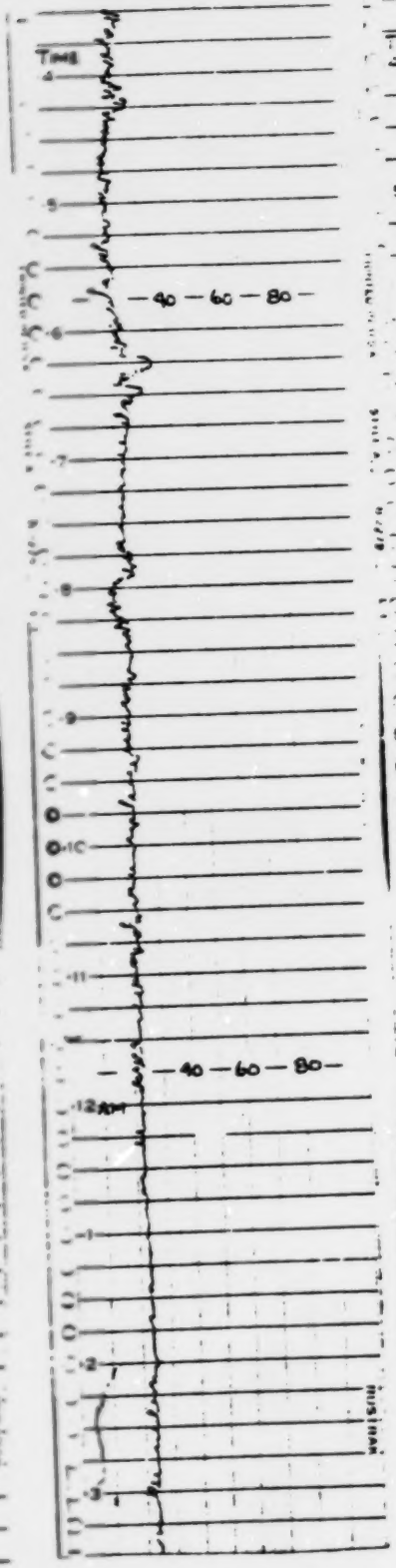


HOSPITAL 500

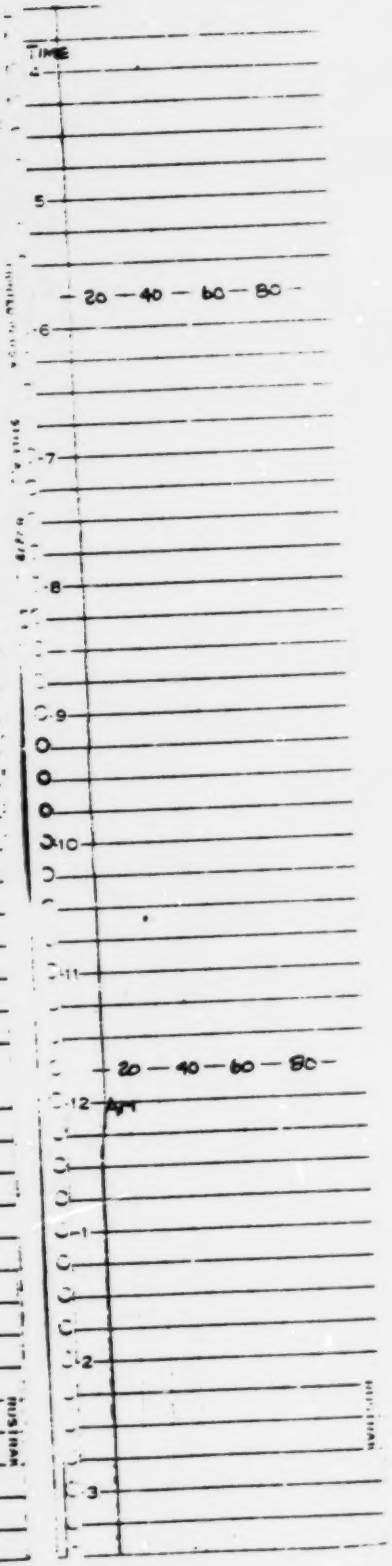
SEWER A(KITCHEN)

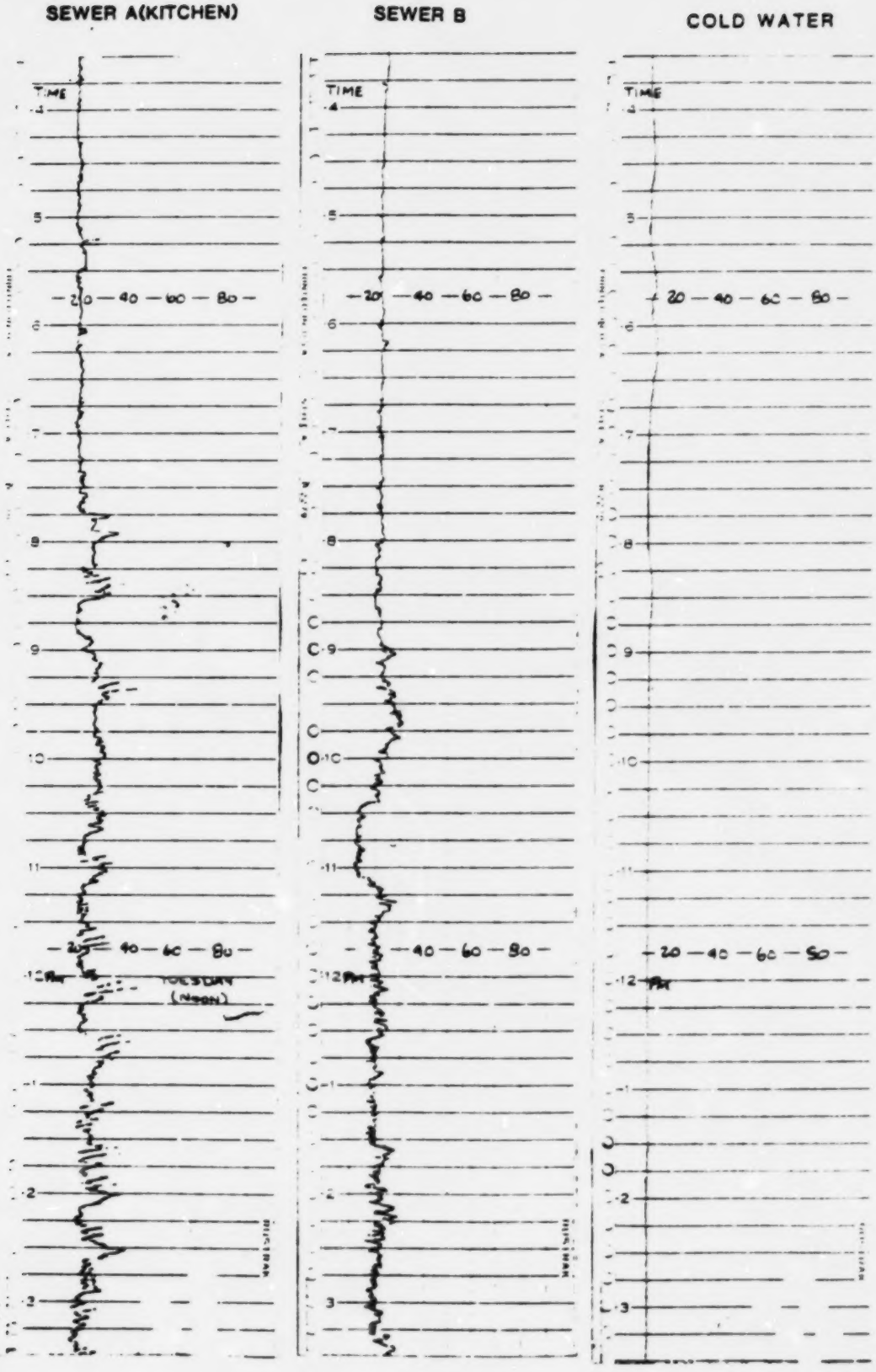


SEWER B

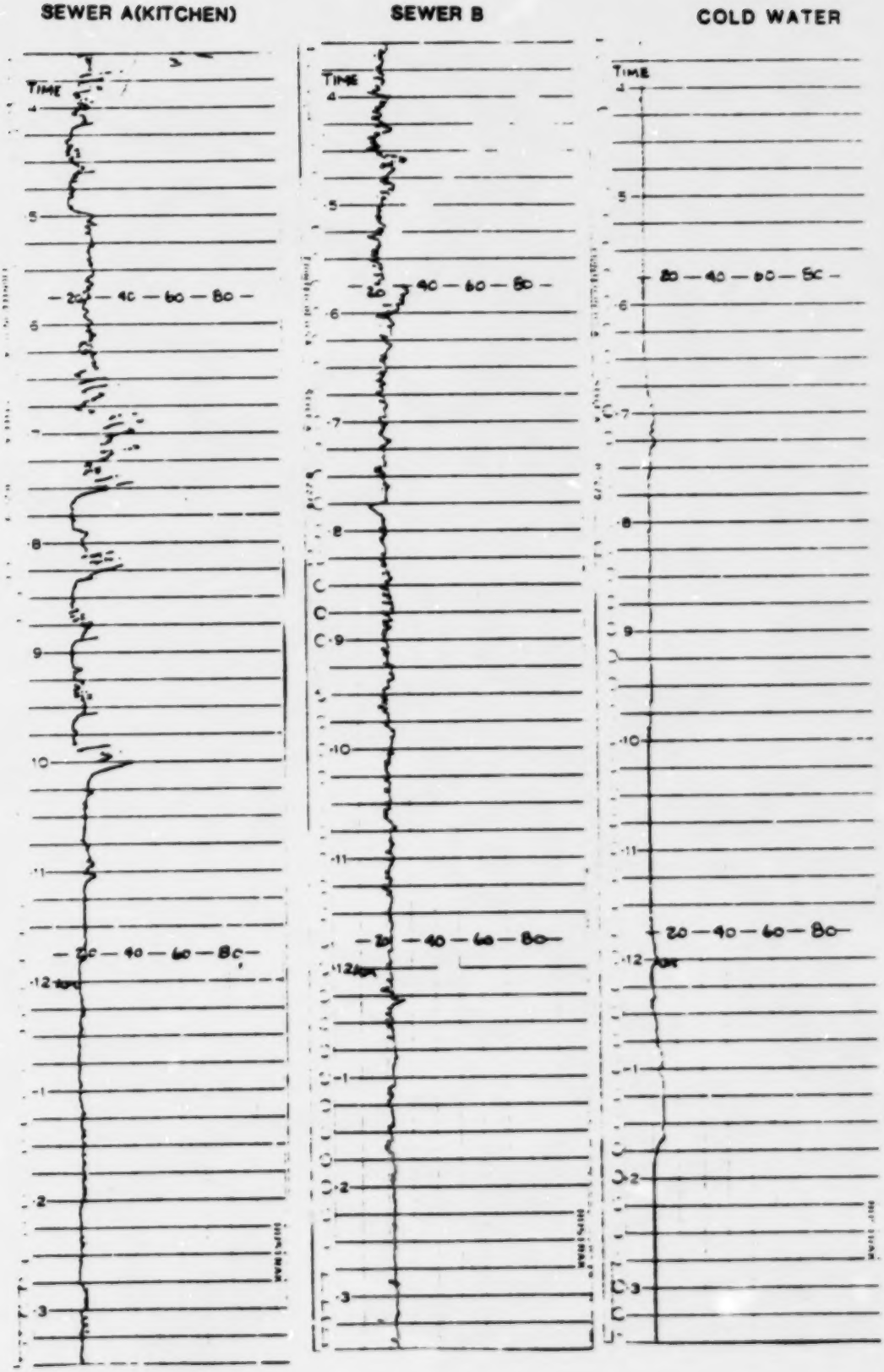


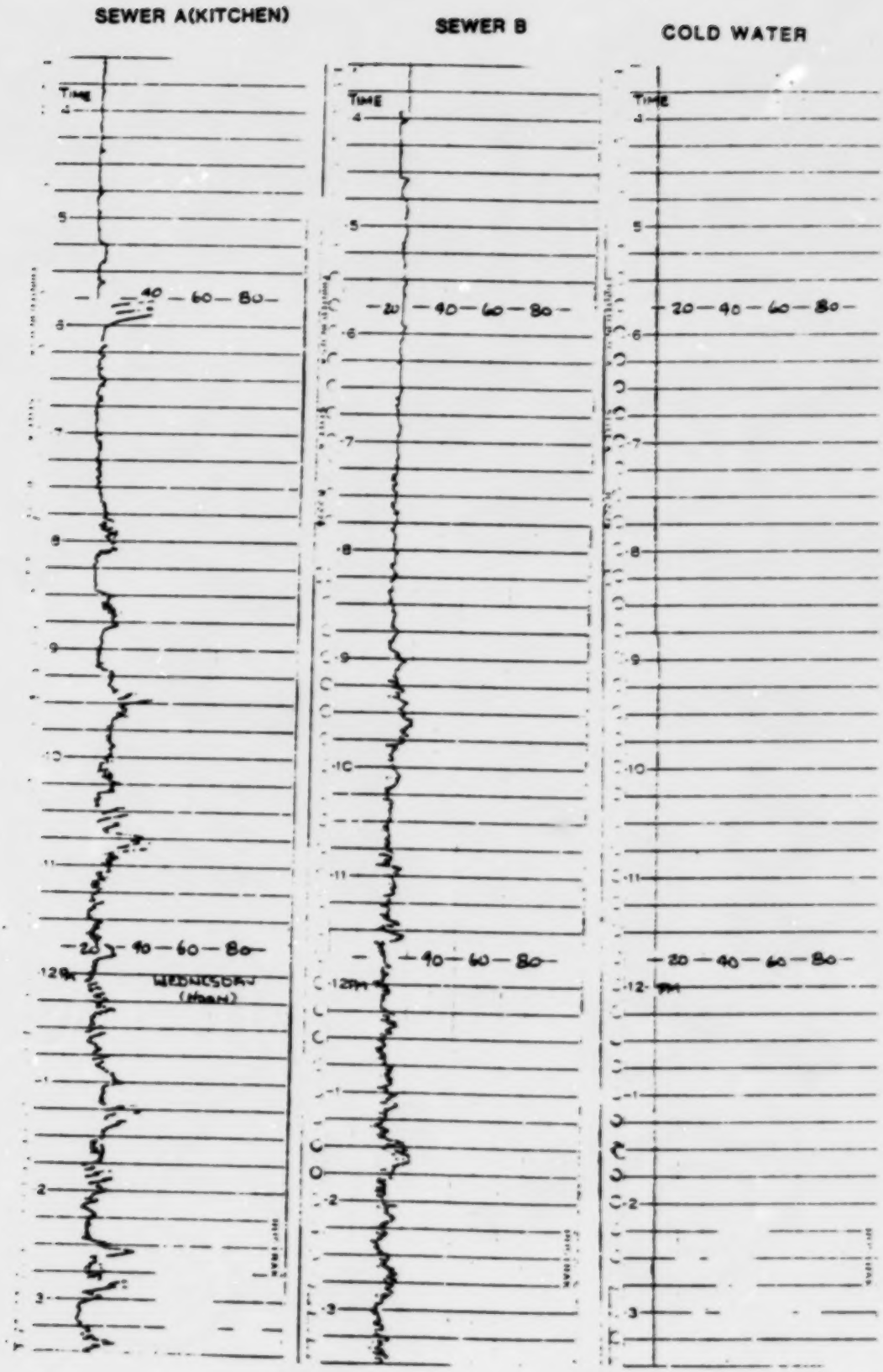
COLD WATER




SEWER A(KITCHEN)
SEWER B
COLD WATER
TIME
TUESDAY
(NOON)

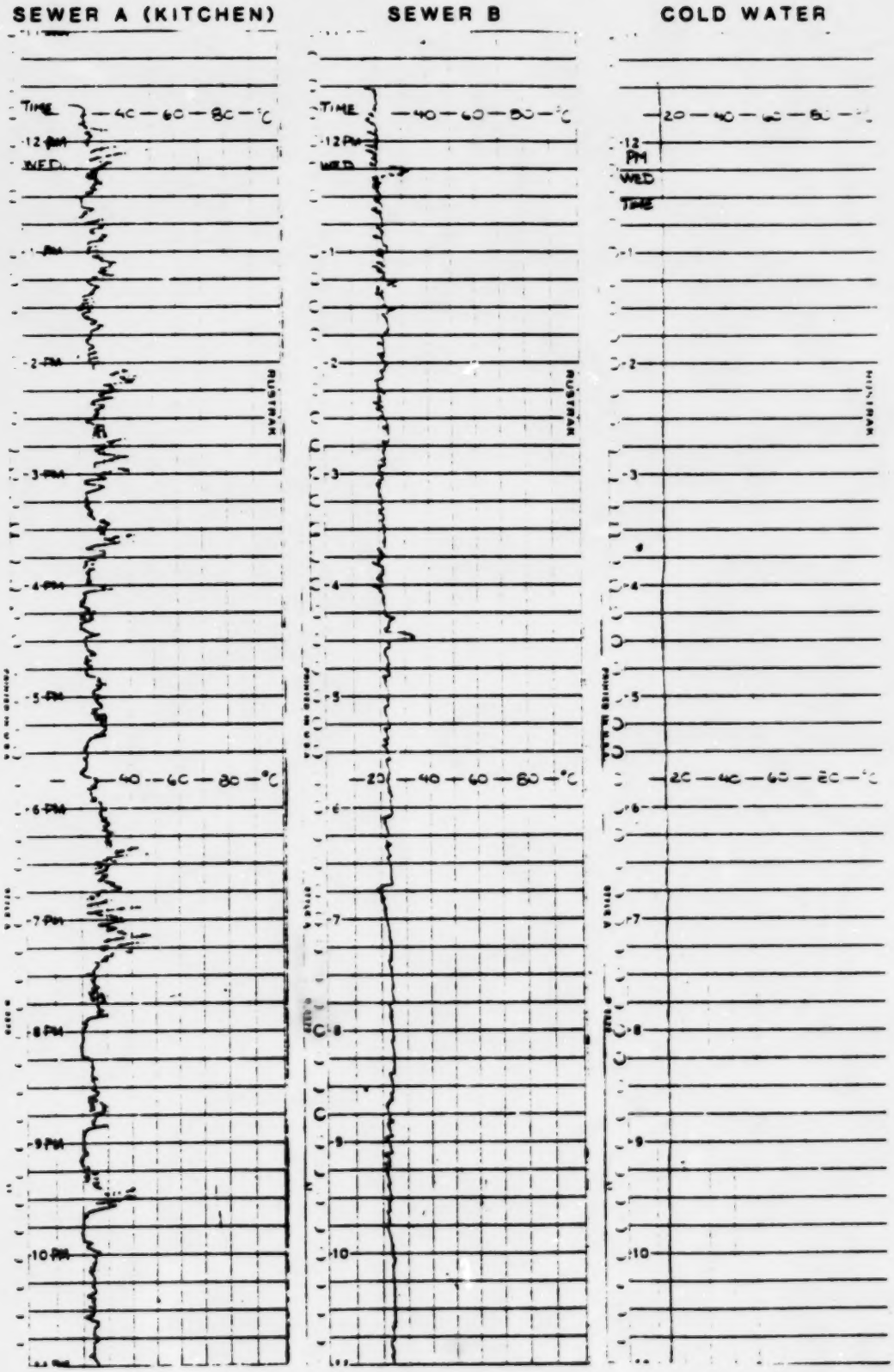
HOSPITAL 500

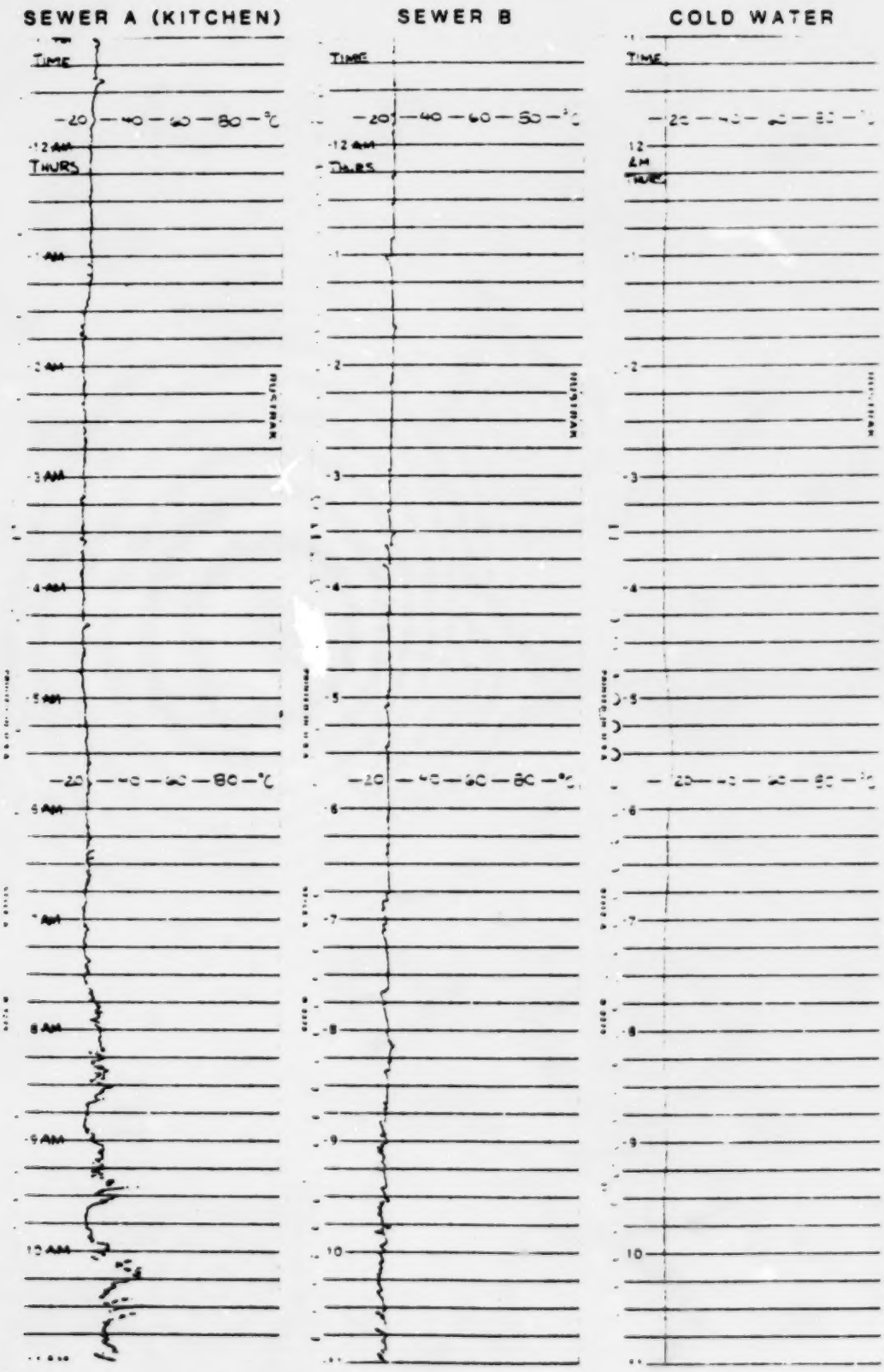



SEWER A(KITCHEN)
SEWER B
COLD WATER
TIME
40 60 80
20 40 60 80
12PM
WEDNESDAY
(MAY)

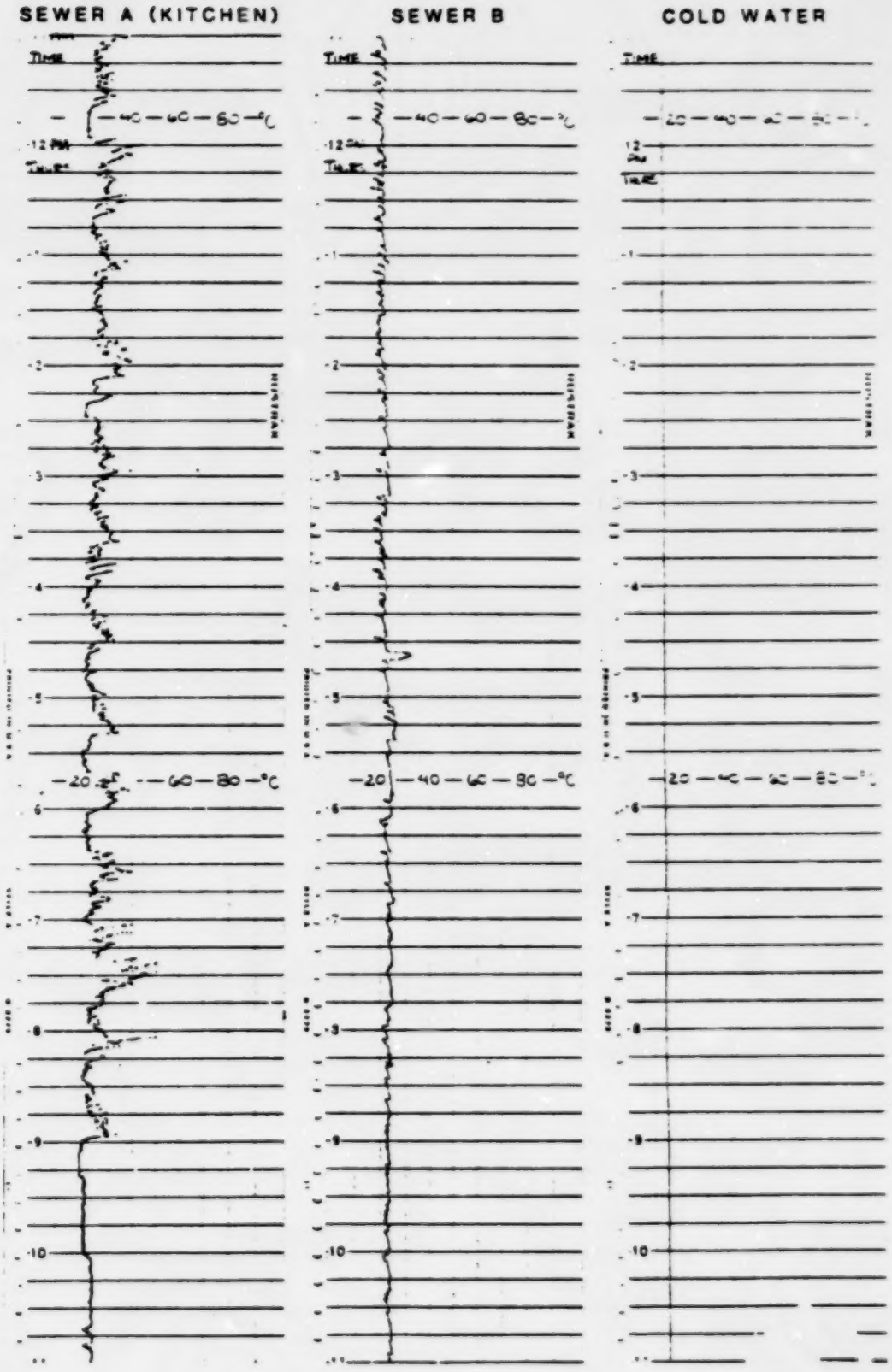
HOSPITAL 500

AUG. 25/82 - SEPT. 1/82

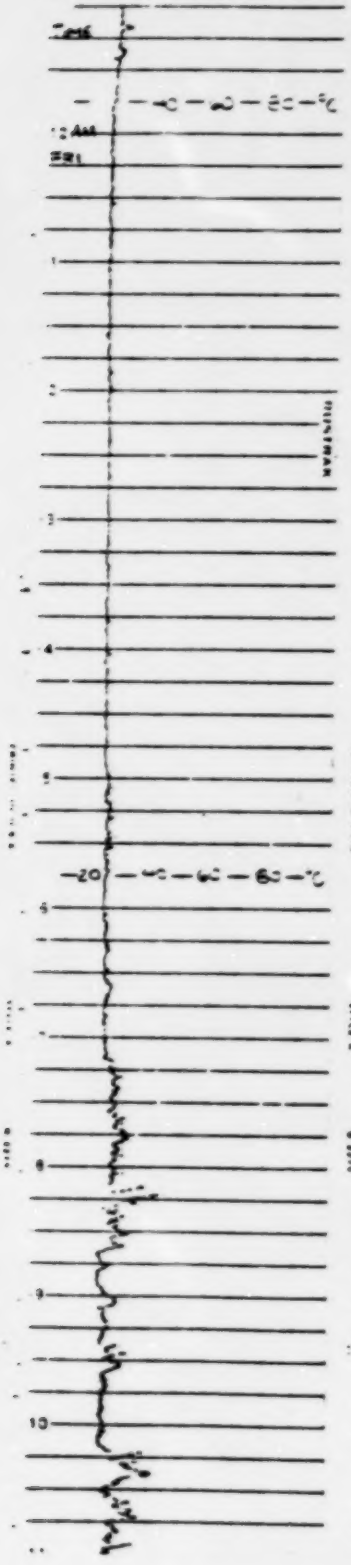



SEWER A (KITCHEN)
SEWER B
COLD WATER
TIME
-20 -40 -60 -80 °C
12 AM
THURS
1 AM
2 AM
3 AM
4 AM
5 AM
6 AM
7 AM
8 AM
9 AM
10 AM
MAXIMUM

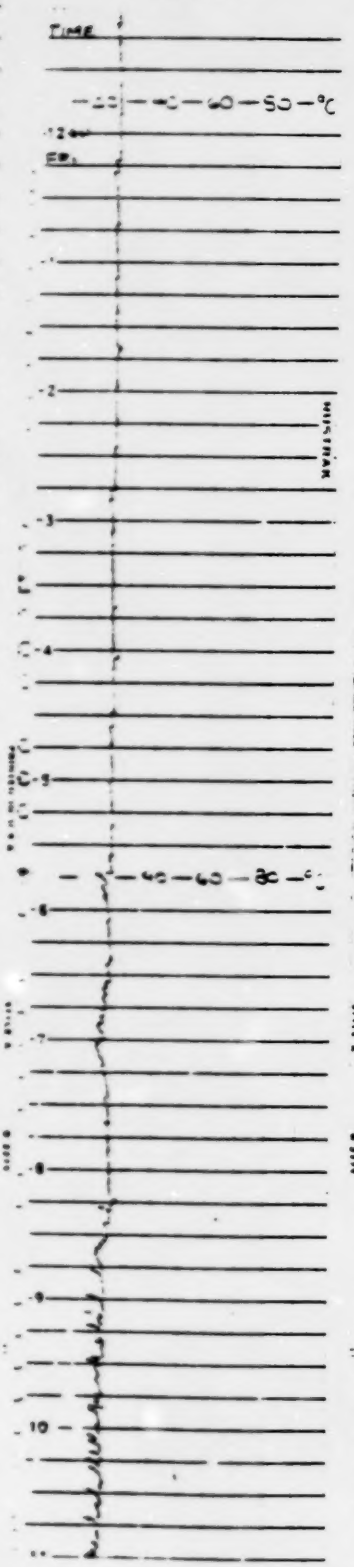
HOSPITAL 500



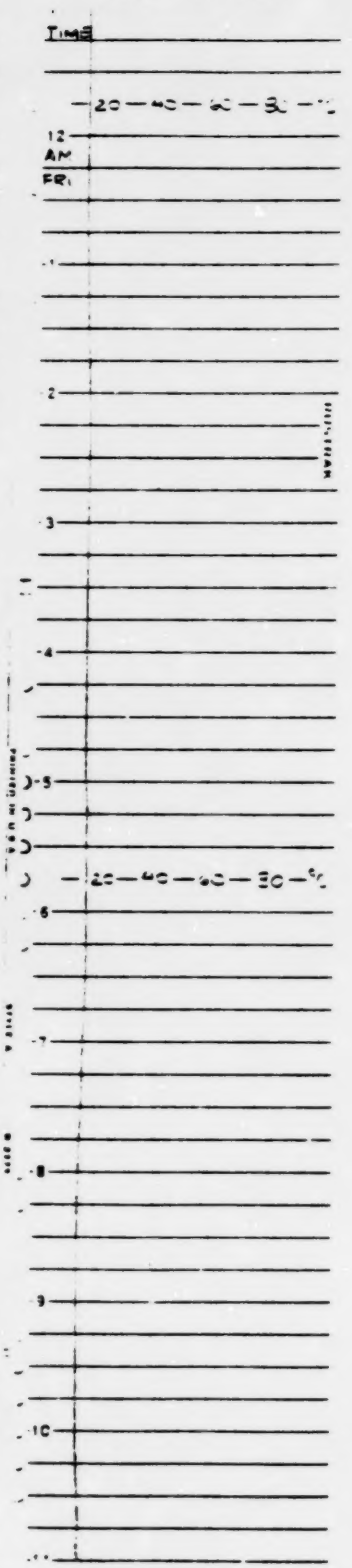
SEWER A (KITCHEN)



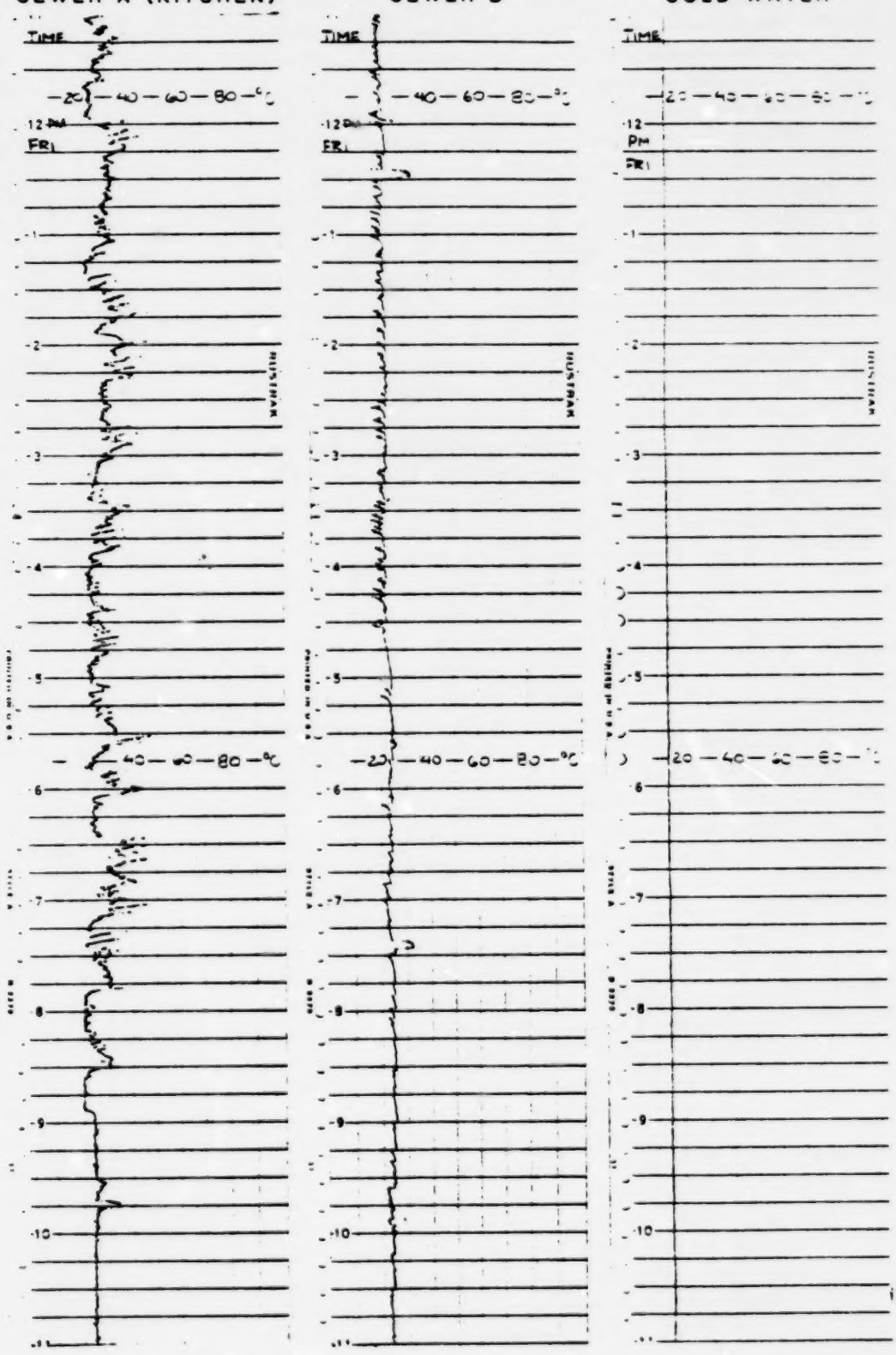
SEWER B

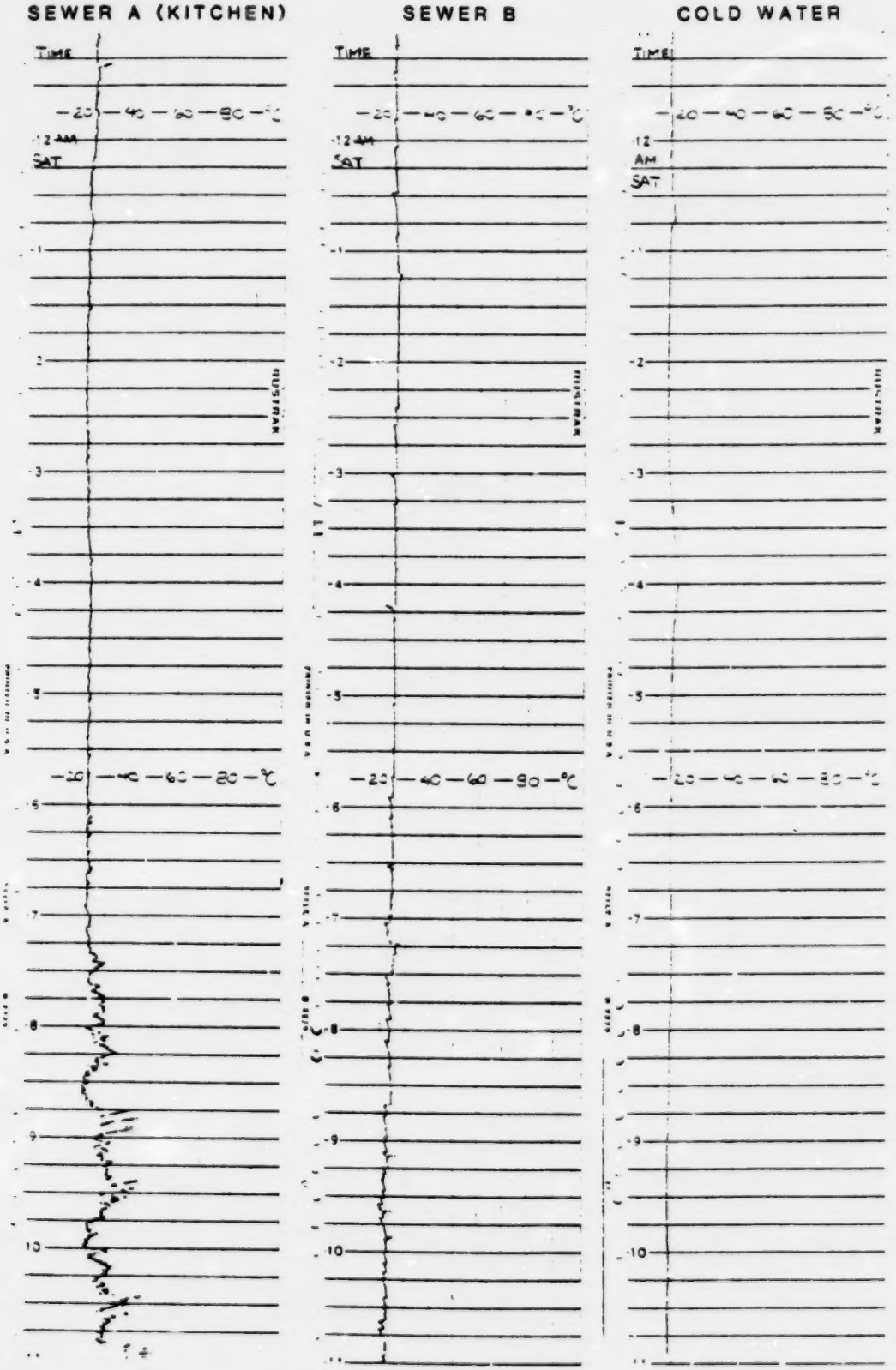


COLD WATER



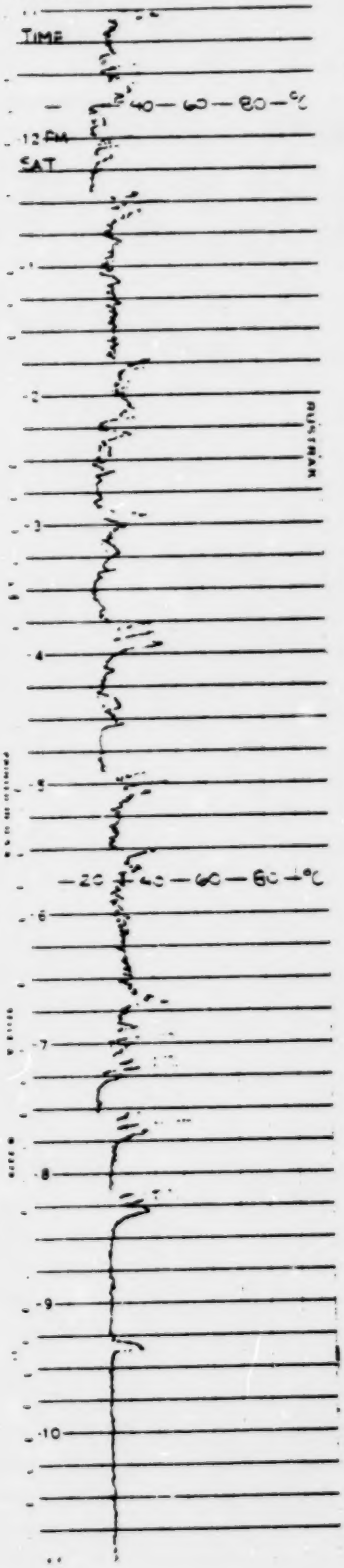
HOSPITAL 500



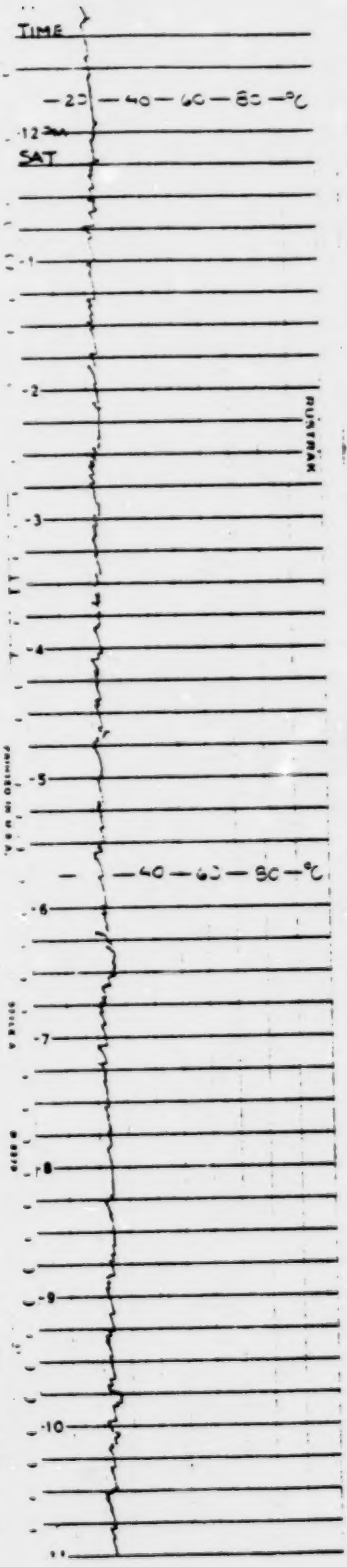

SEWER A (KITCHEN)
SEWER B
COLD WATER
TIME
-20 -40 -60 -80 -°C
12 AM
SAT
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
MAXIMUM

HOSPITAL 500

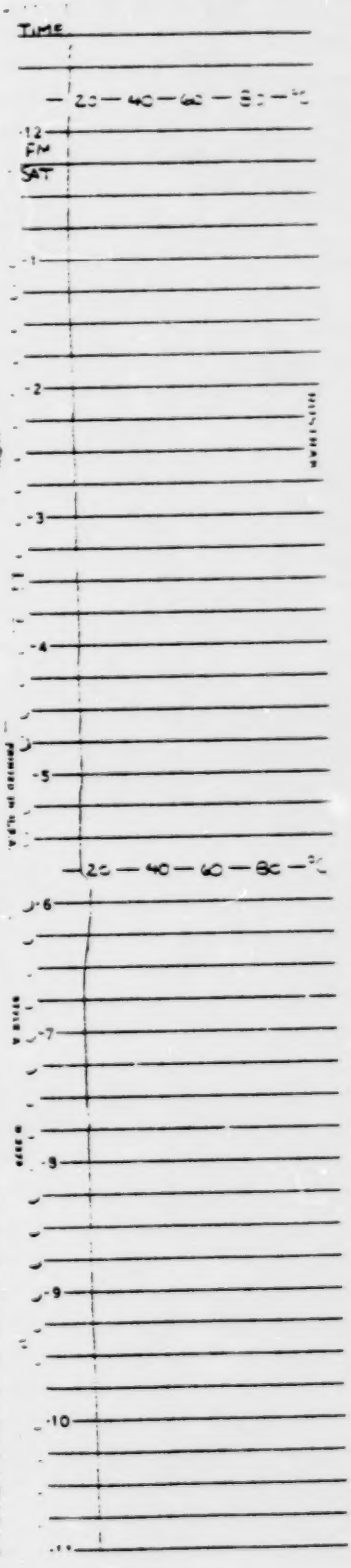
SEWER A (KITCHEN)

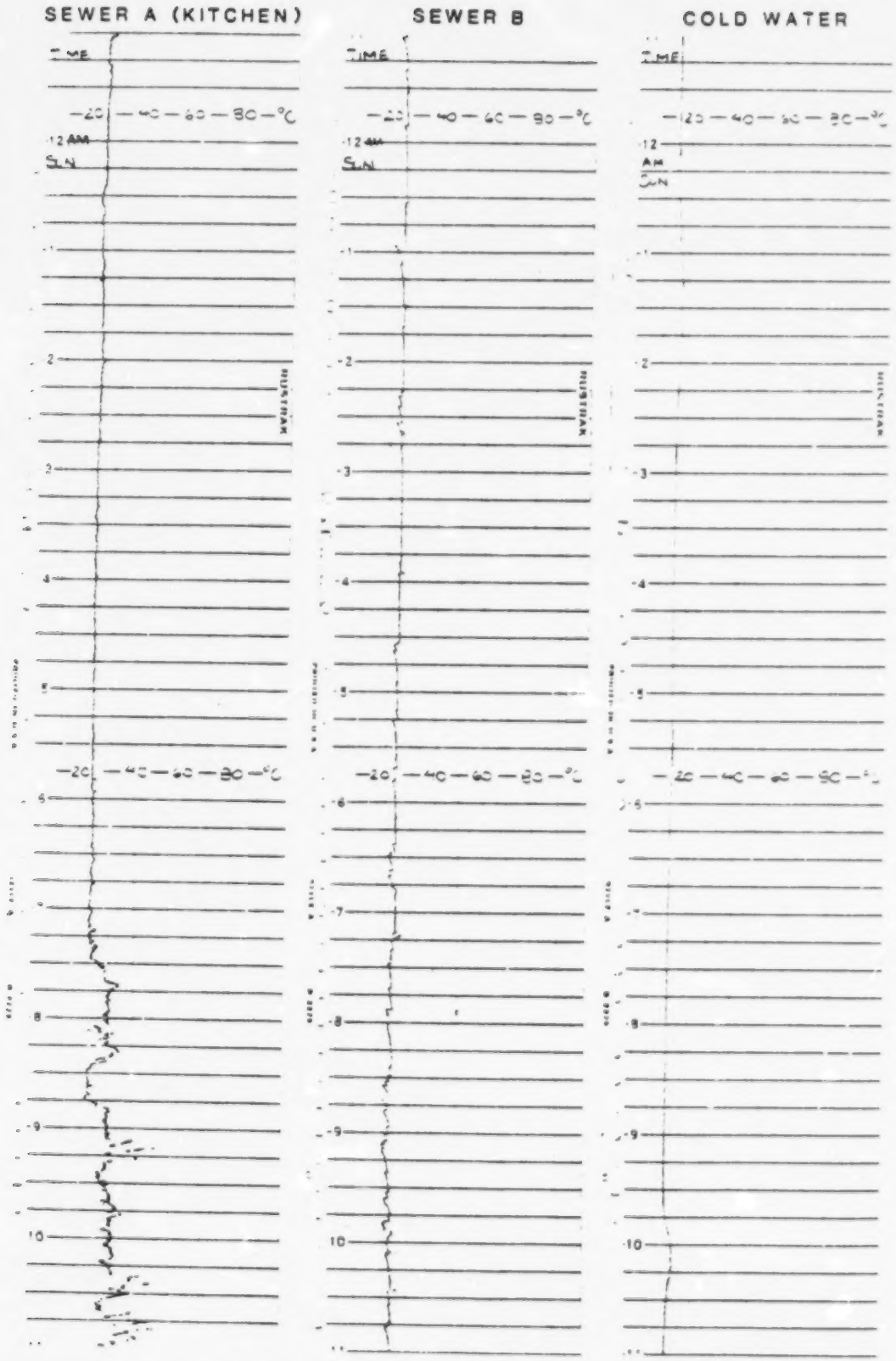


SEWER B



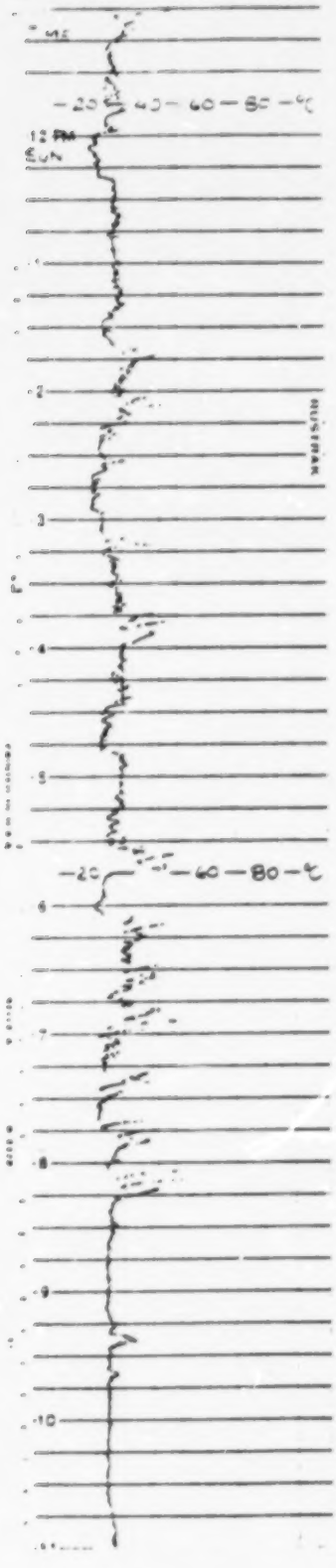
COLD WATER



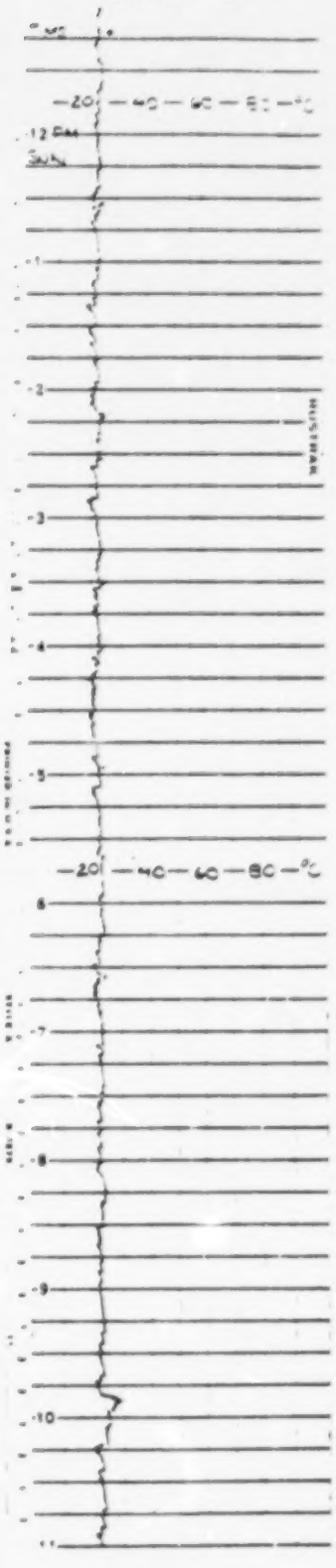

SEWER A (KITCHEN)
SEWER B
COLD WATER
TIME
-20 -40 -60 -80 °C
12 AM
SUN
MONDAY

HOSPITAL 500

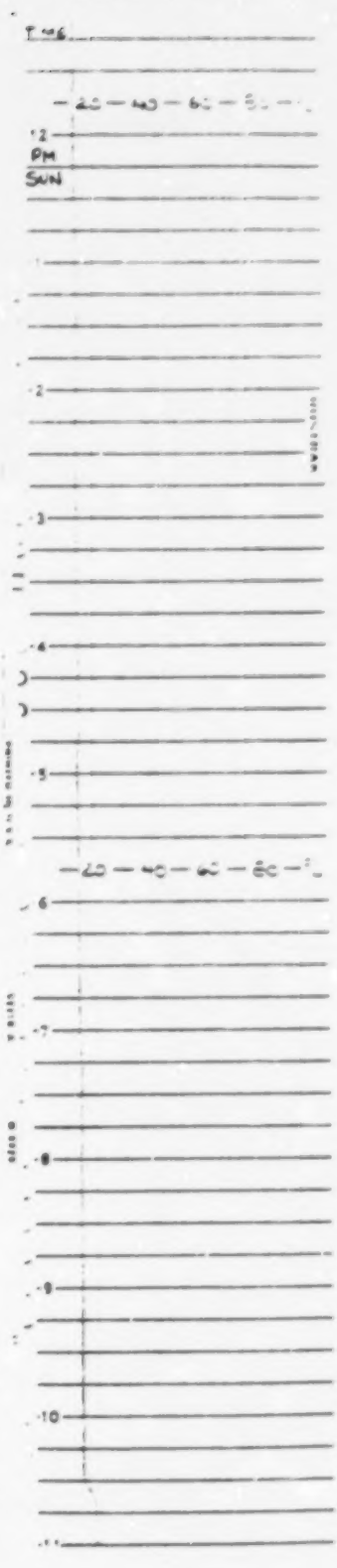
SEWER A (KITCHEN)



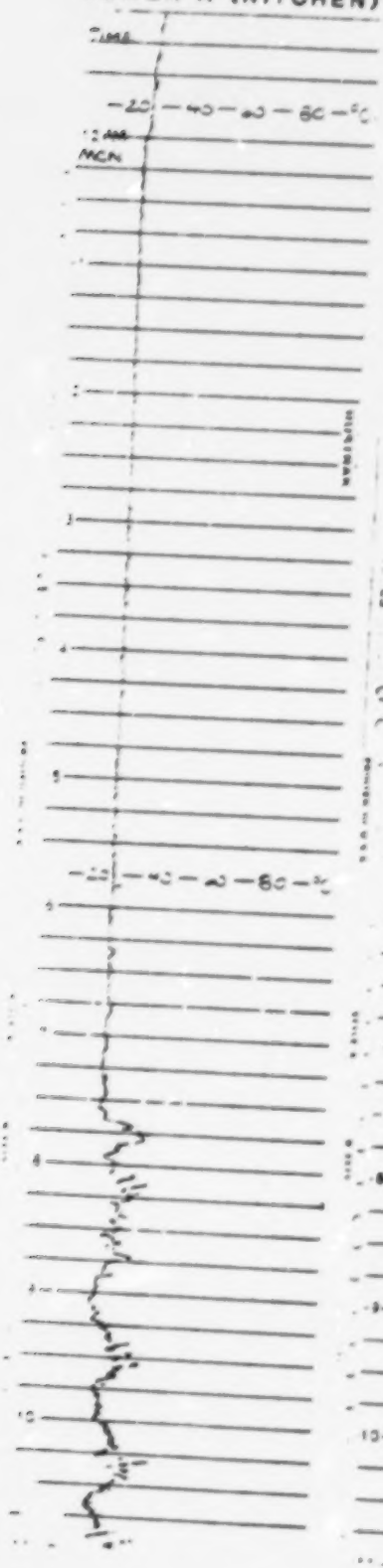
SEWER B



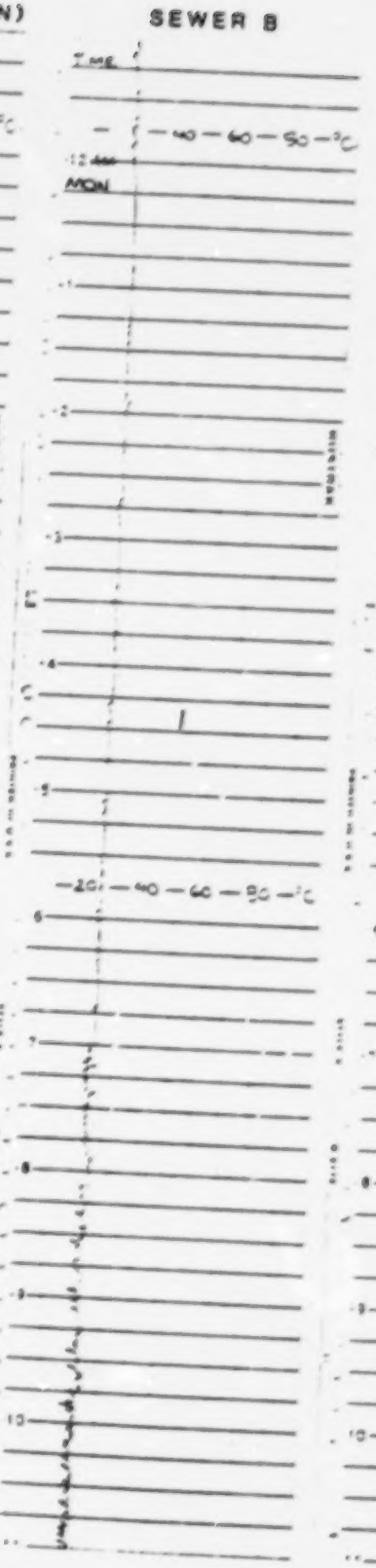
COLD WATER



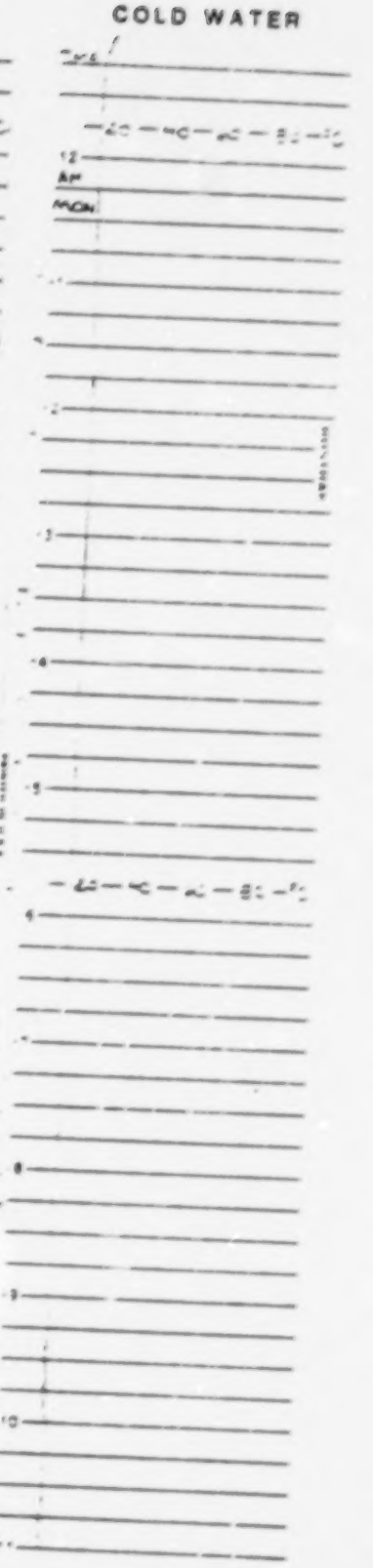
SEWER A (KITCHEN)



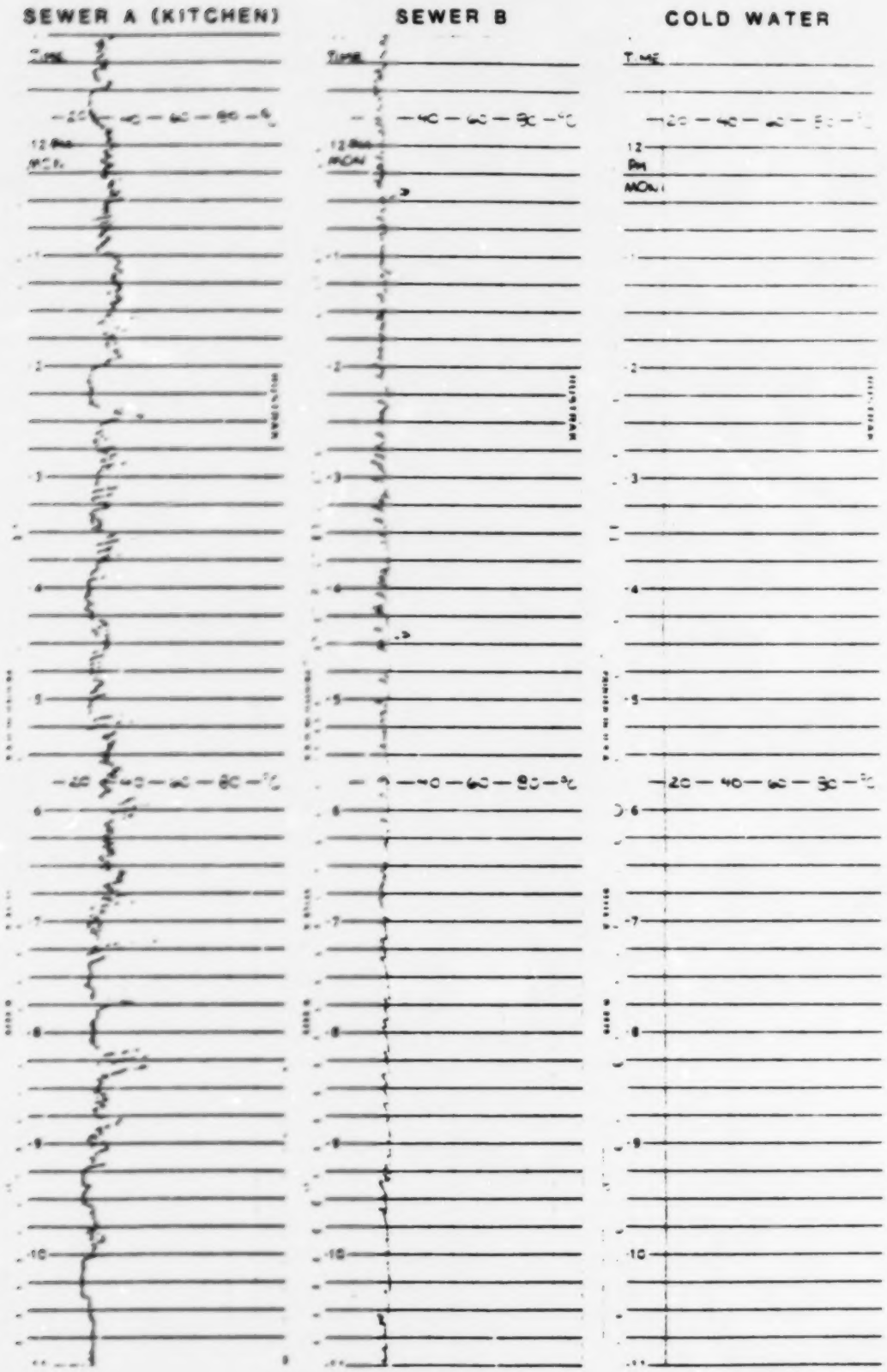
SEWER B



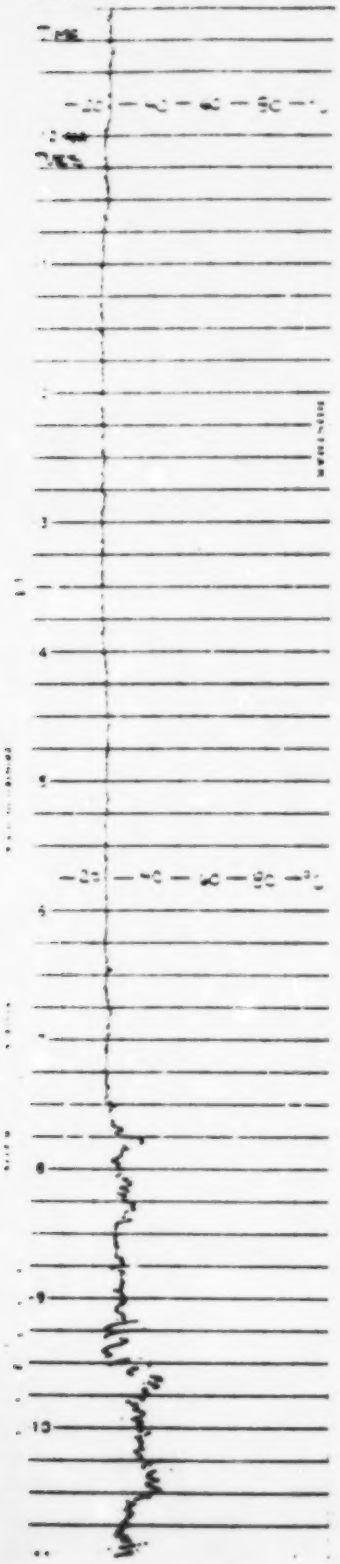
COLD WATER



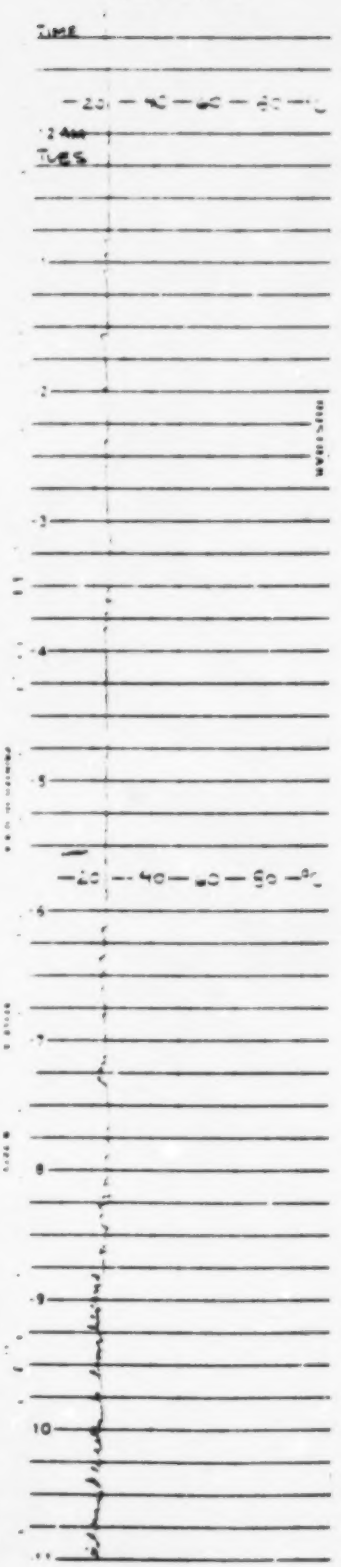
HOSPITAL 500



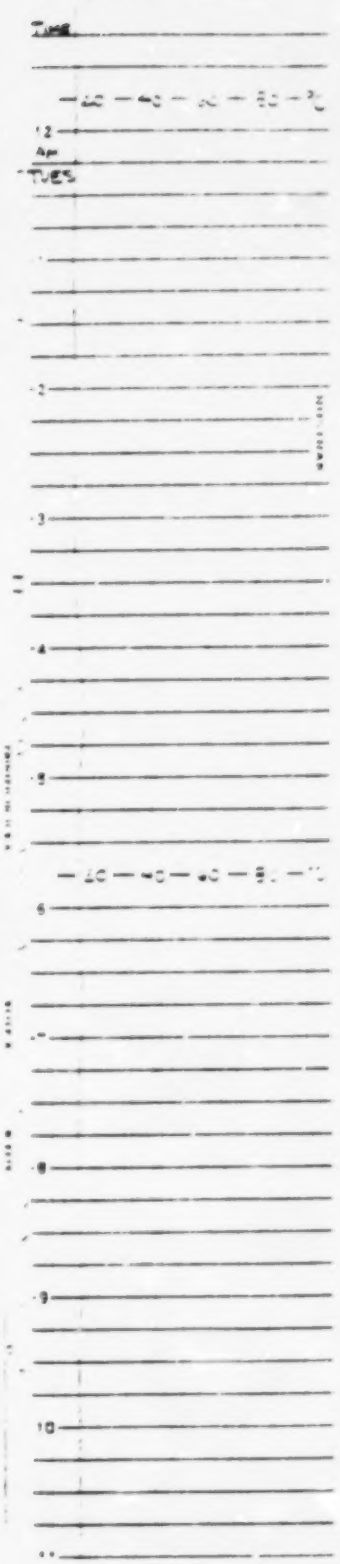
SEWER A (KITCHEN)



SEWER B

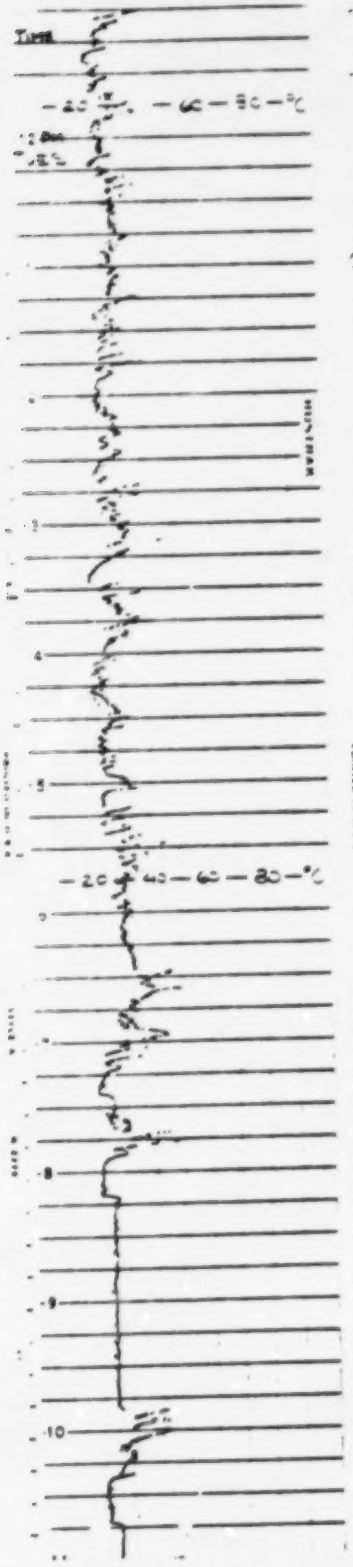


COLD WATER

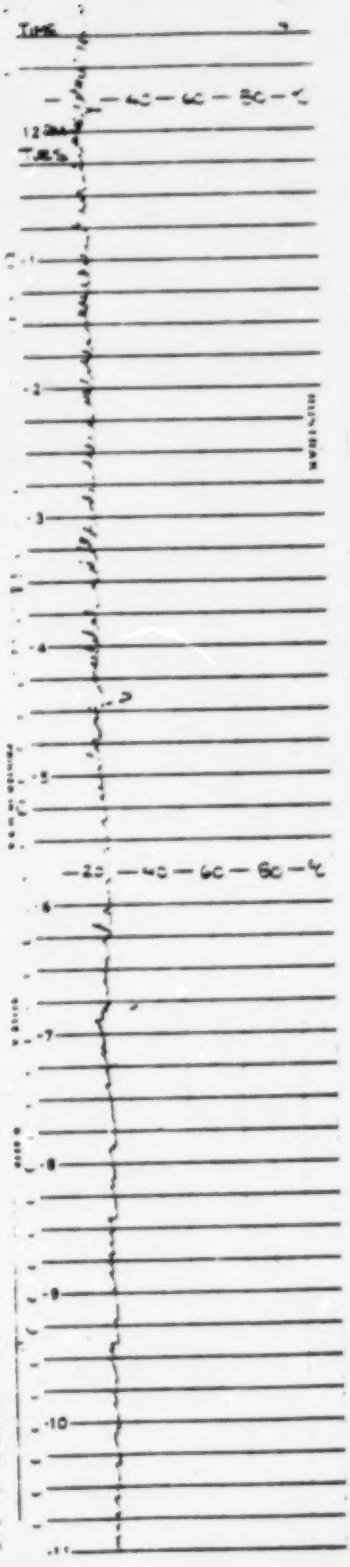


HOSPITAL 500

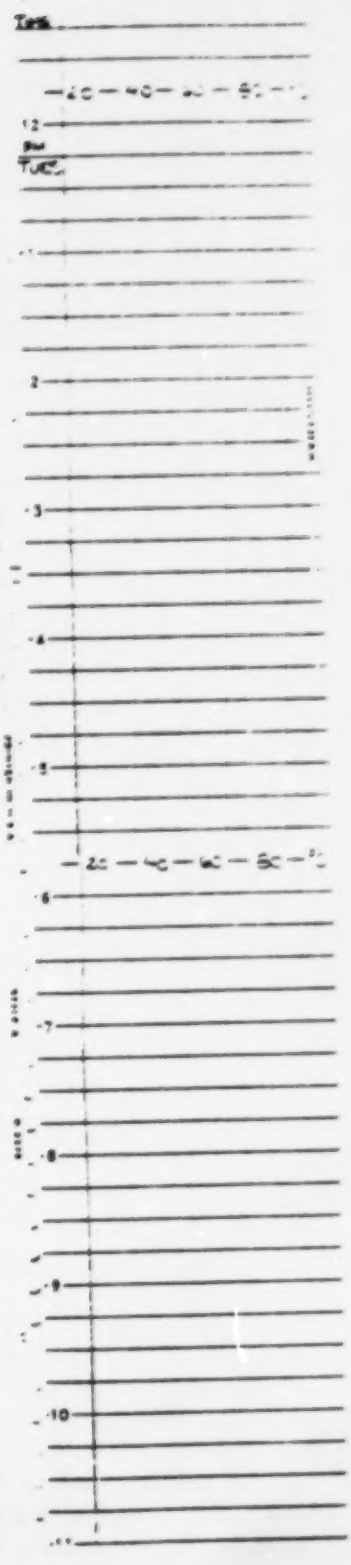
SEWER A (KITCHEN)

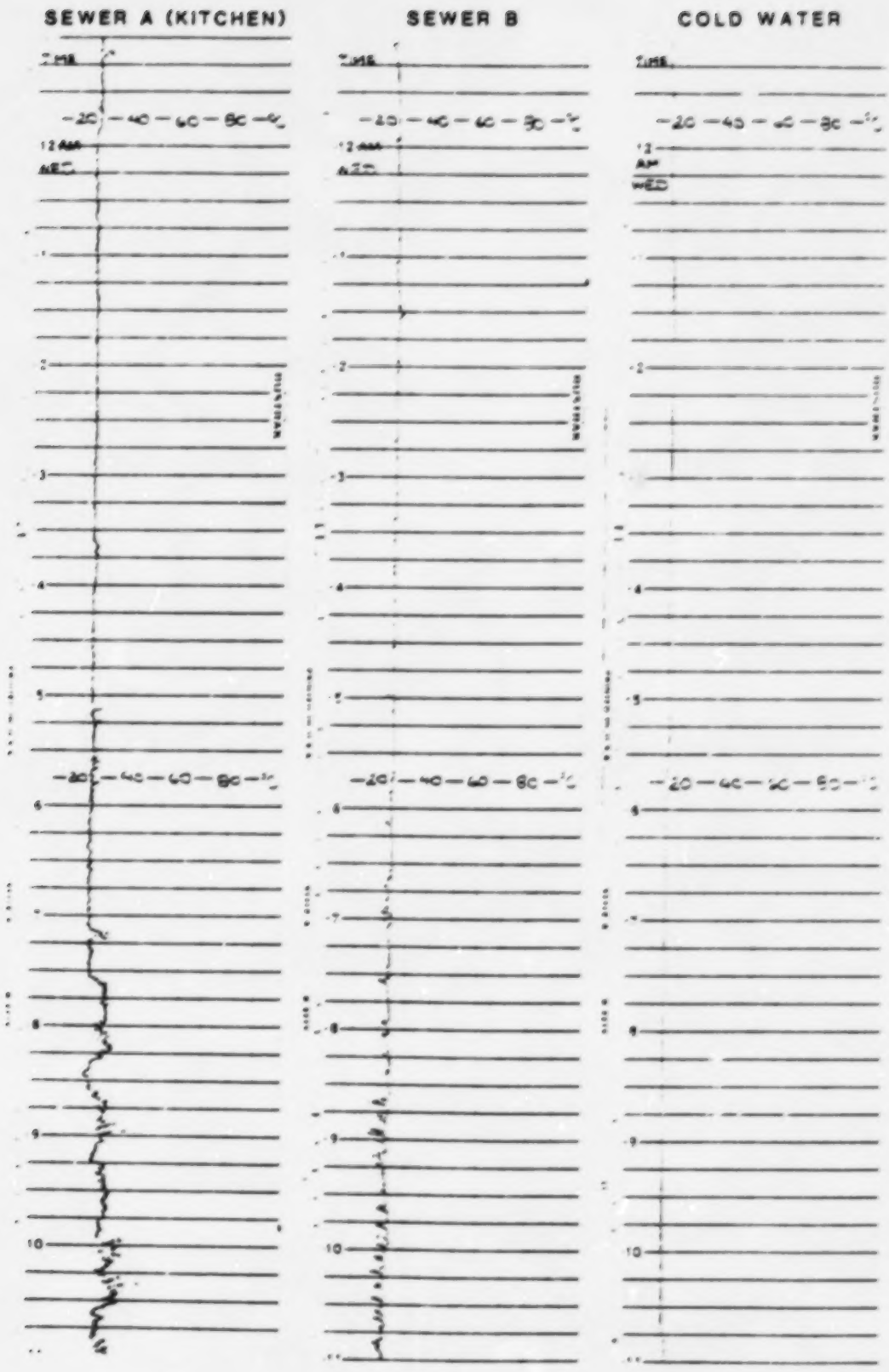


SEWER B



COLD WATER

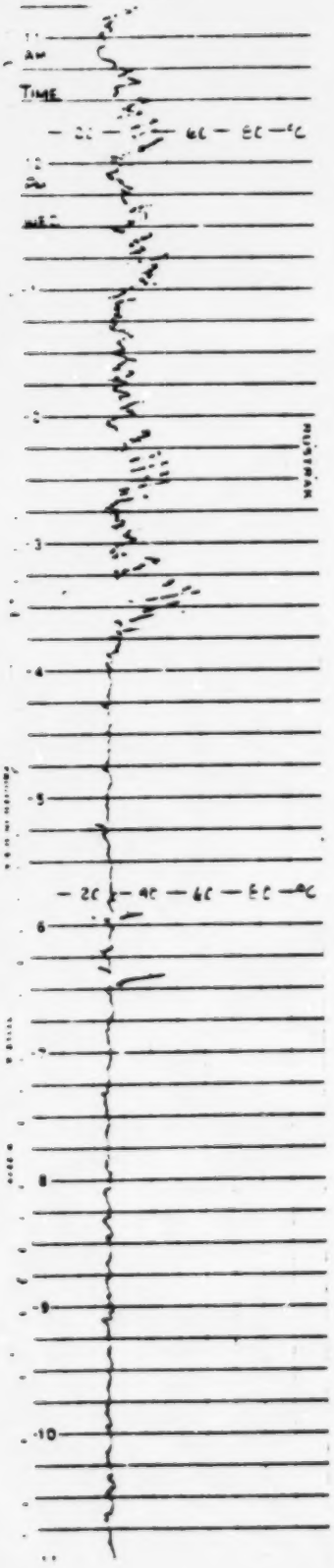



SEWER A (KITCHEN)
SEWER B
COLD WATER
TIME
-20 -40 -60 -80 -%
12 AM
AM
WED
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

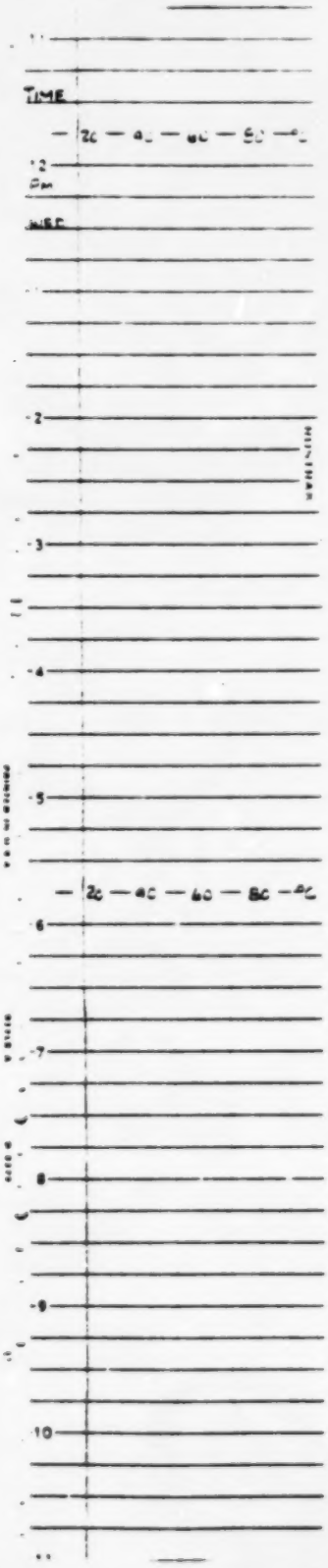
HOSPITAL 100

SEPT. 8/82 to SEPT. 15/82

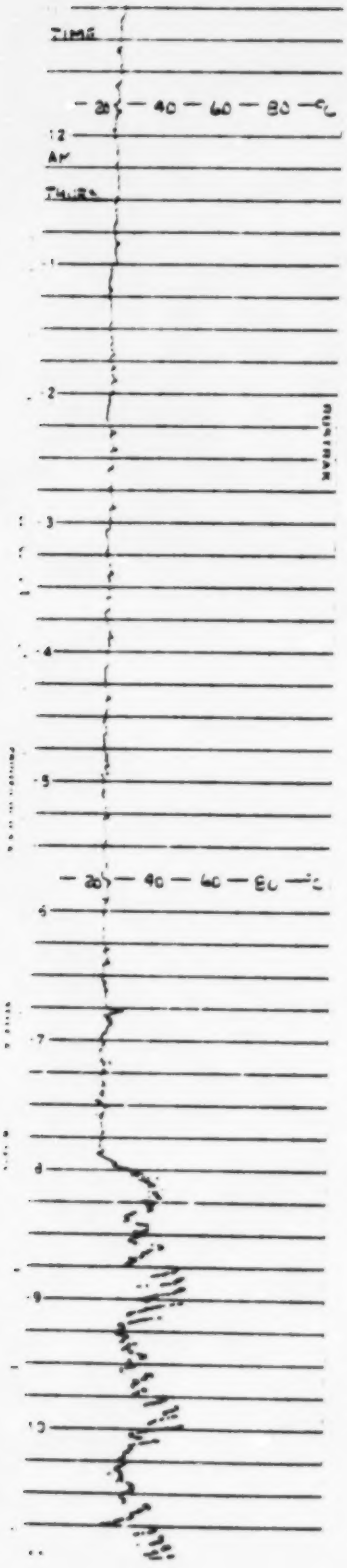
SEWER



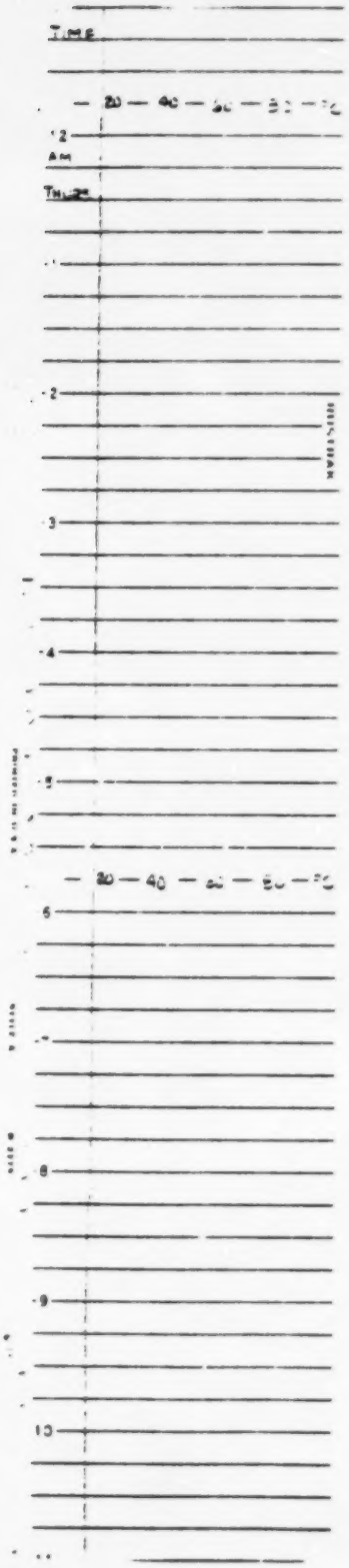
COLD WATER



SEWER

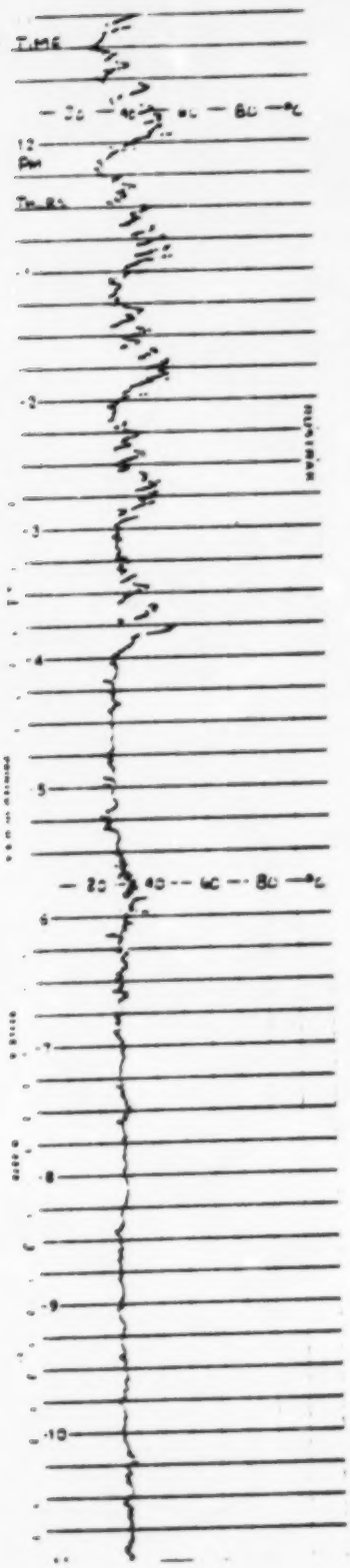


COLD WATER

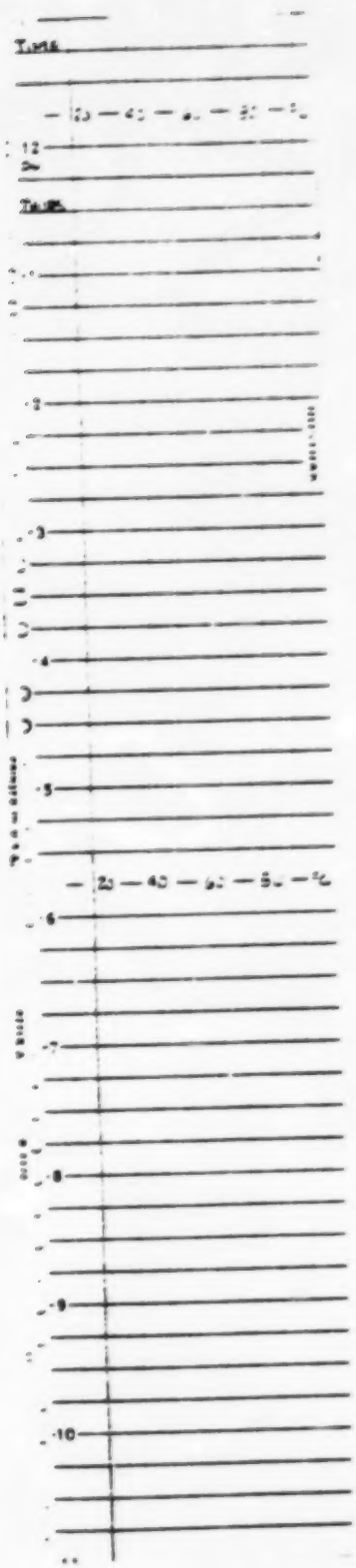


HOSPITAL 100

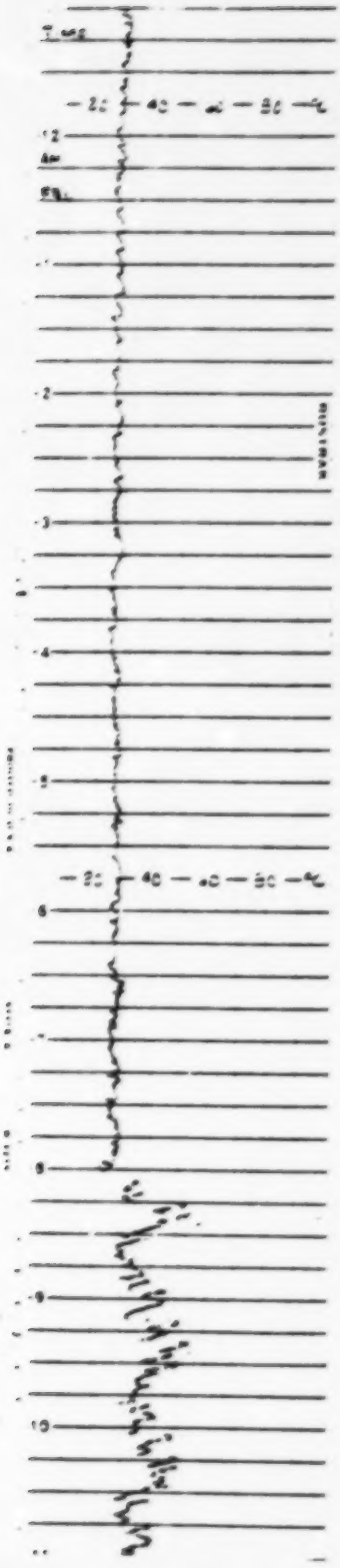
SEWER



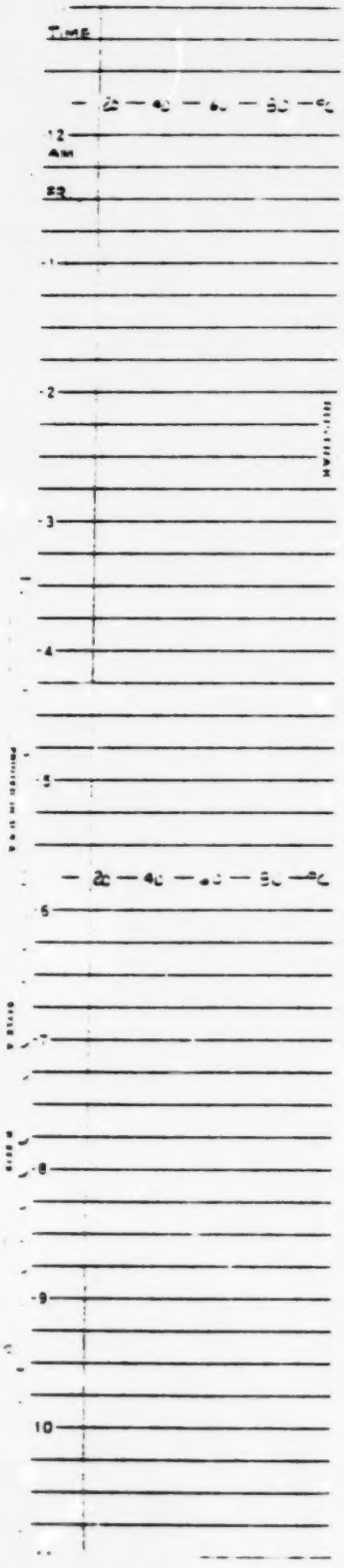
COLD WATER



SEWER

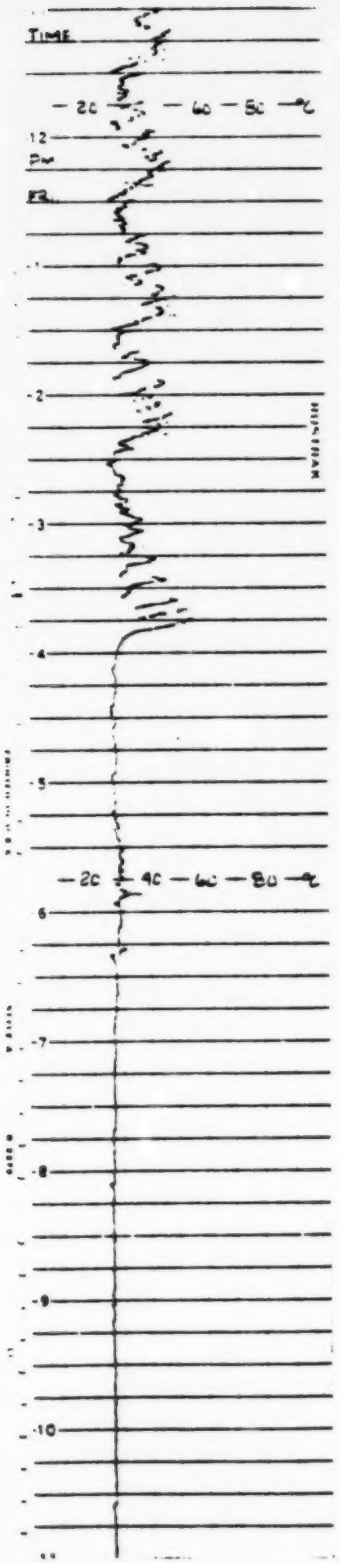


COLD WATER

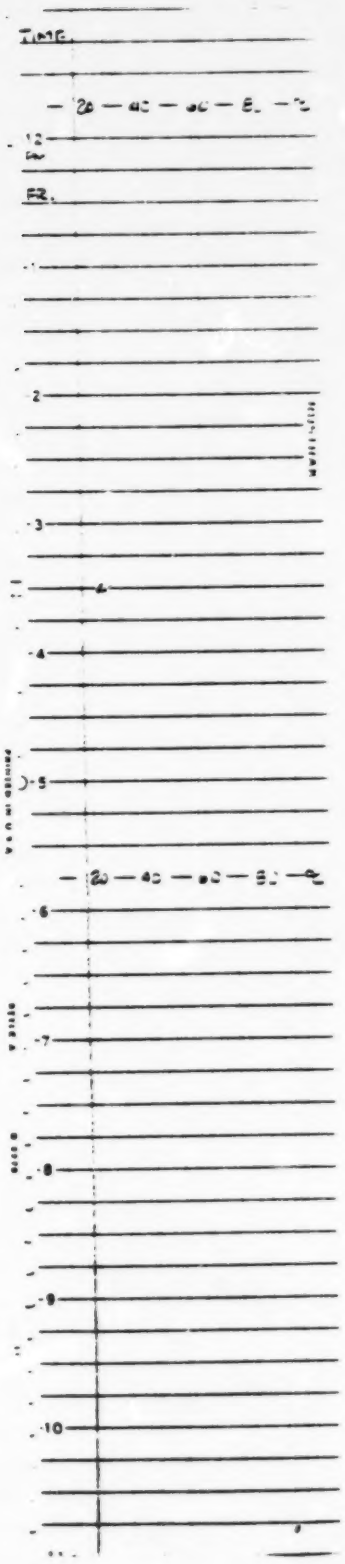


HOSPITAL 100

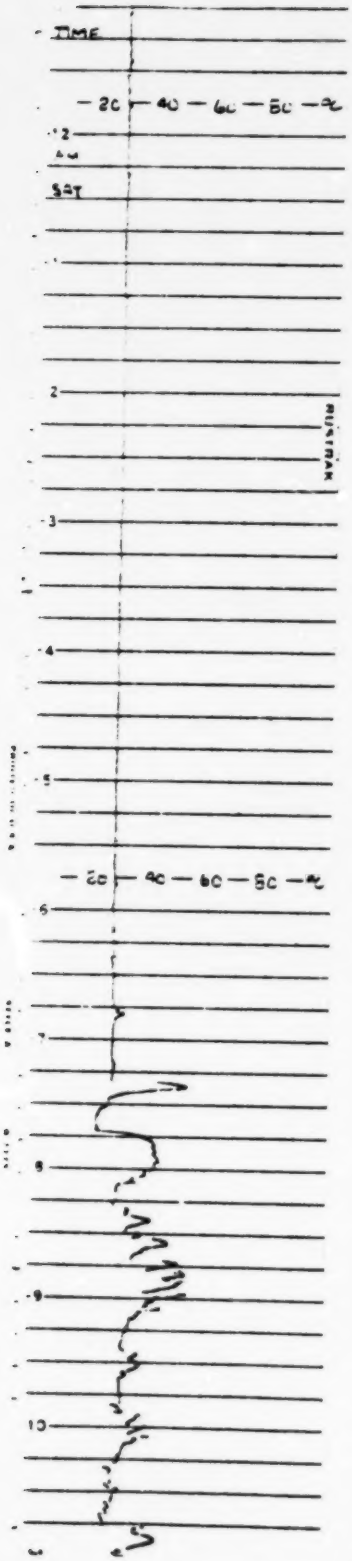
SEWER



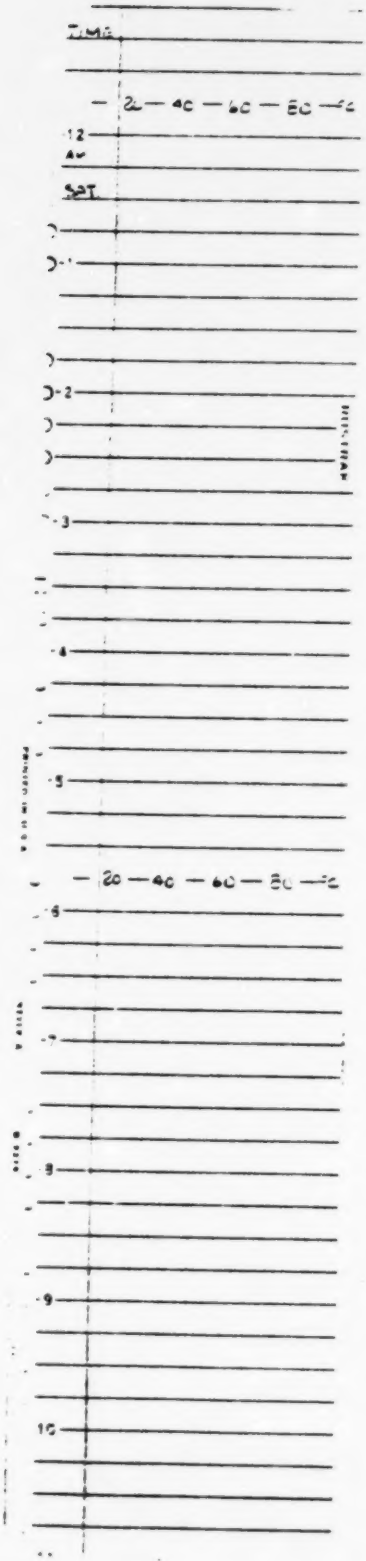
COLD WATER



SEWER

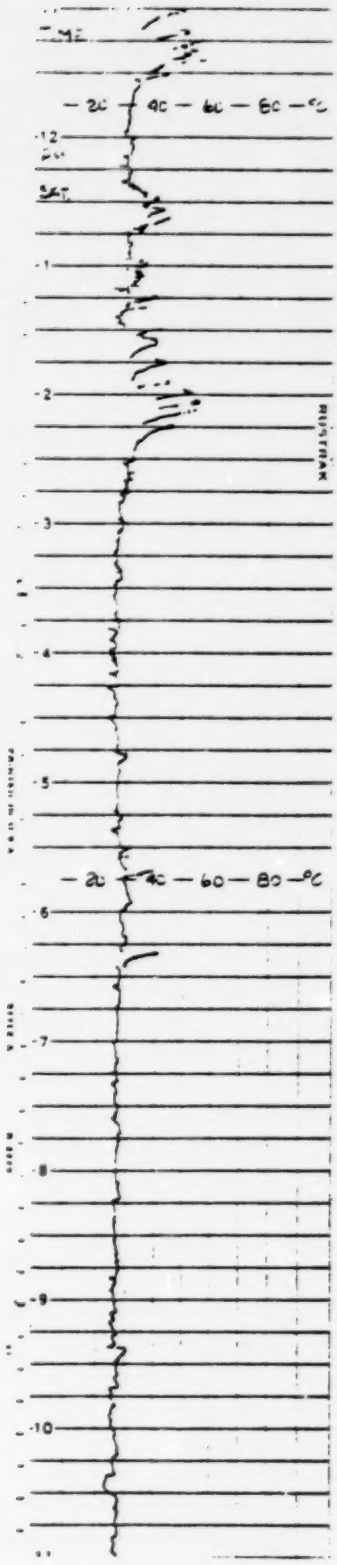


COLD WATER

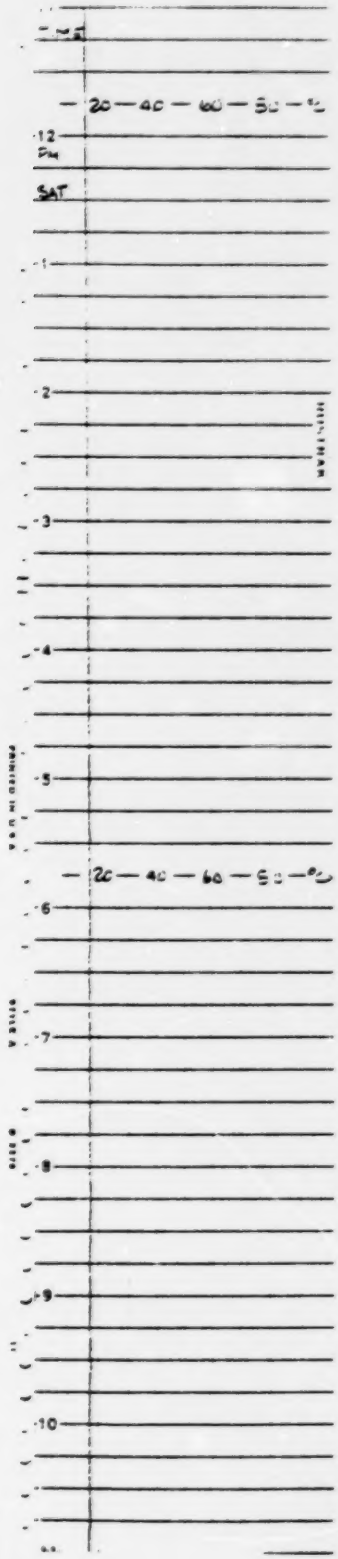


HOSPITAL 100

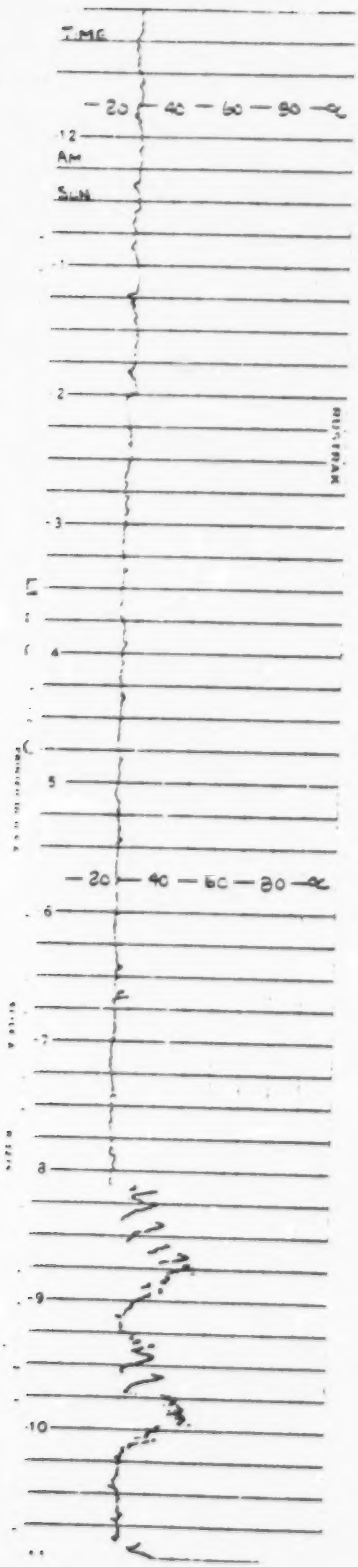
SEWER



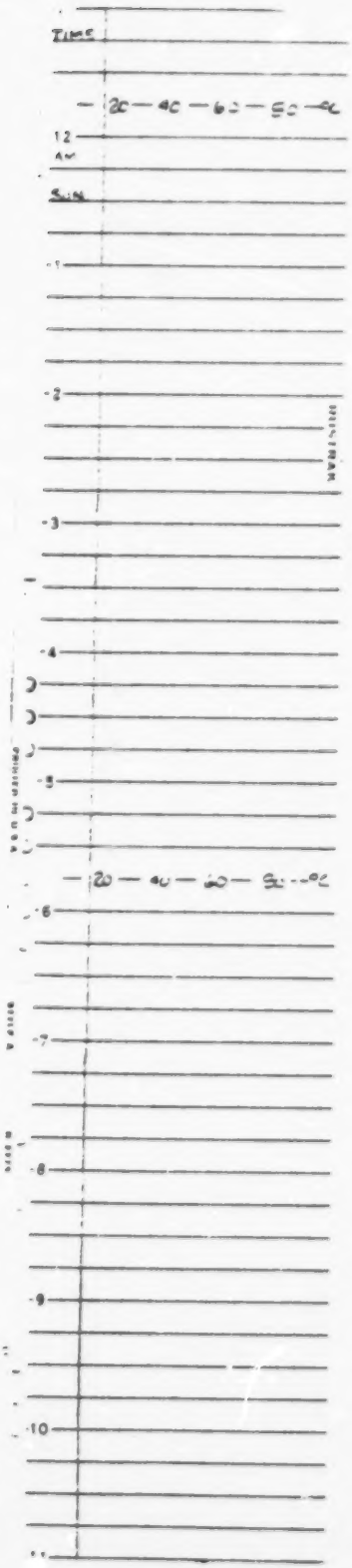
COLD WATER



SEWER

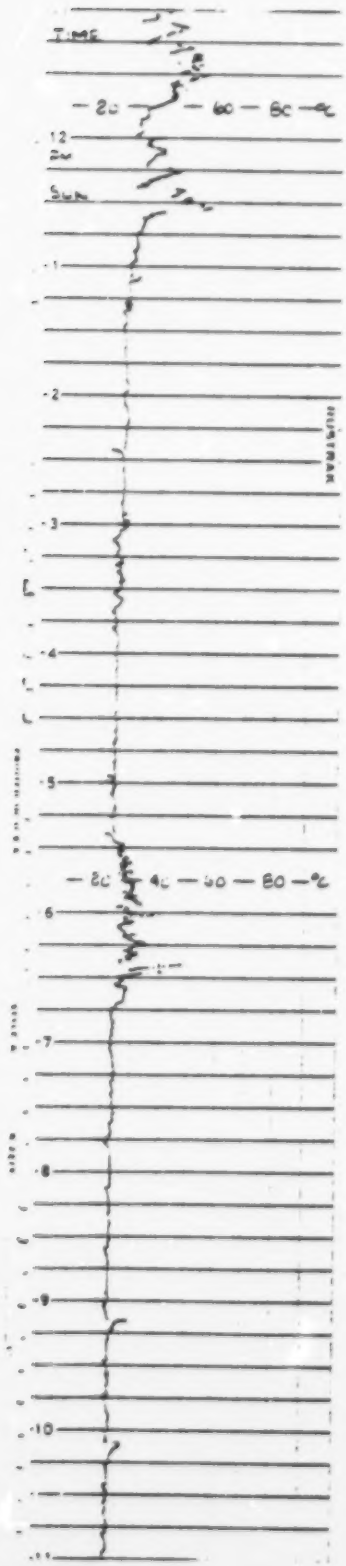


COLD WATER

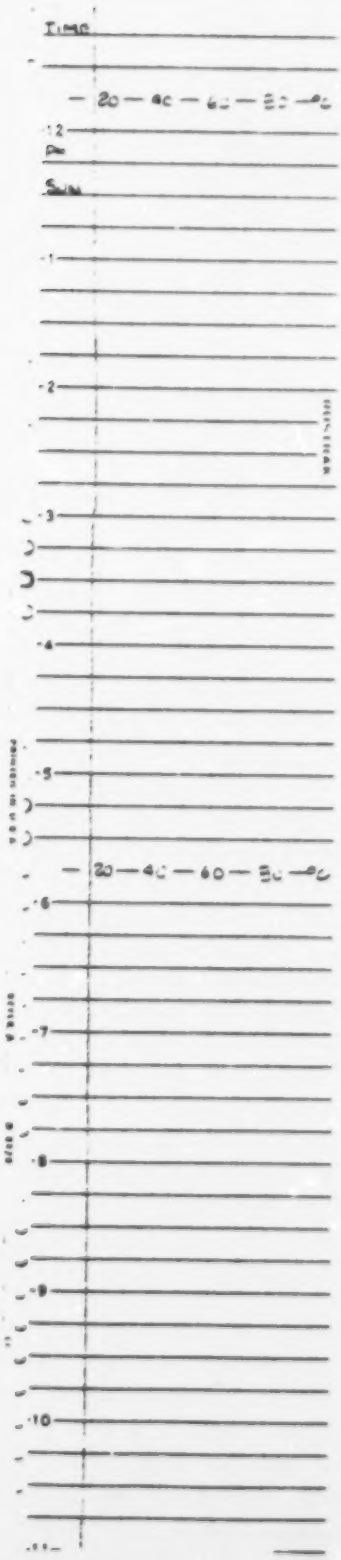


HOSPITAL 100

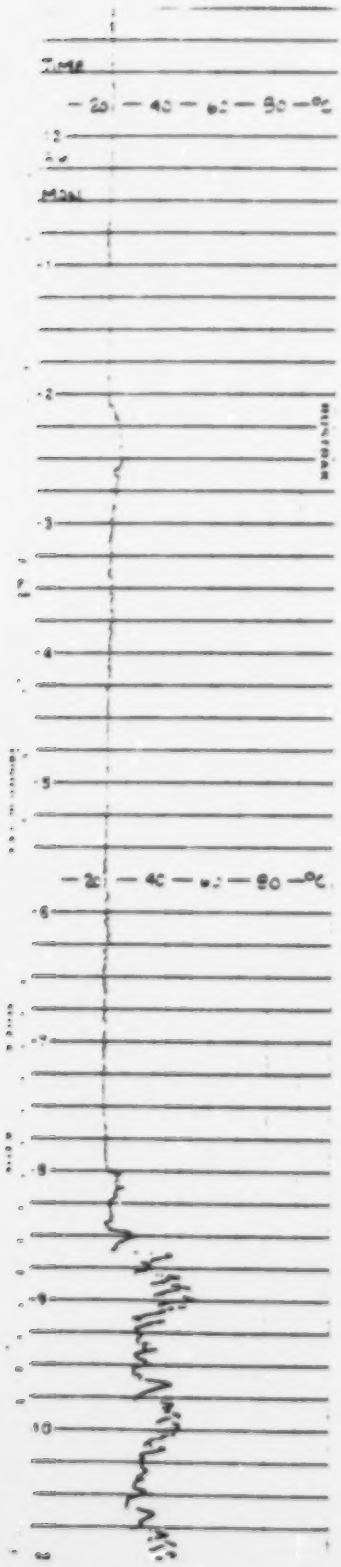
SEWER



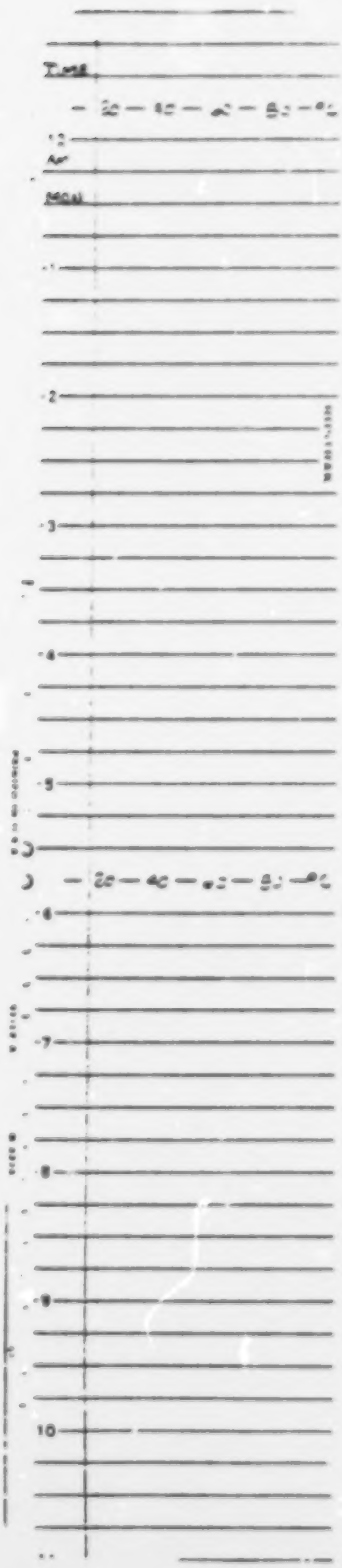
COLD WATER



SEWER

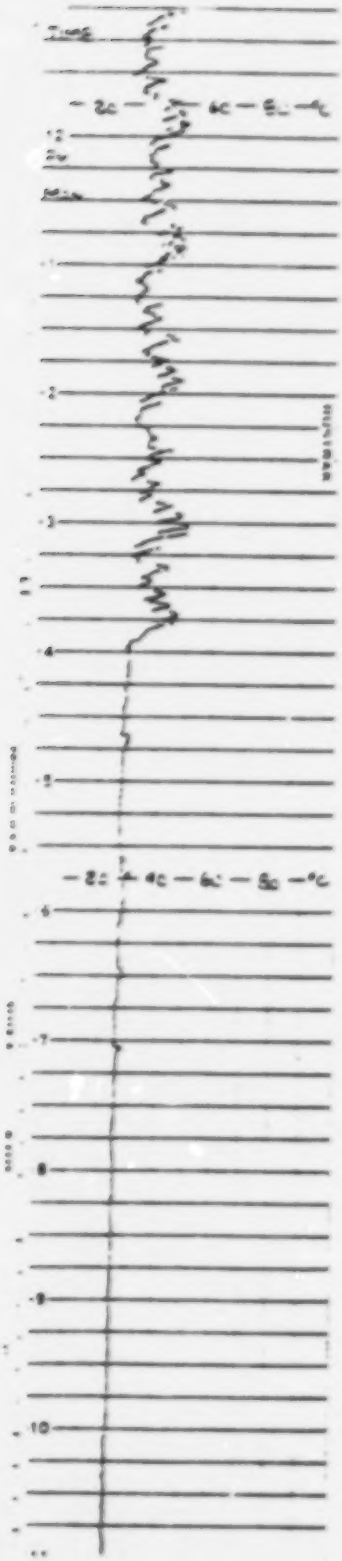


COLD WATER

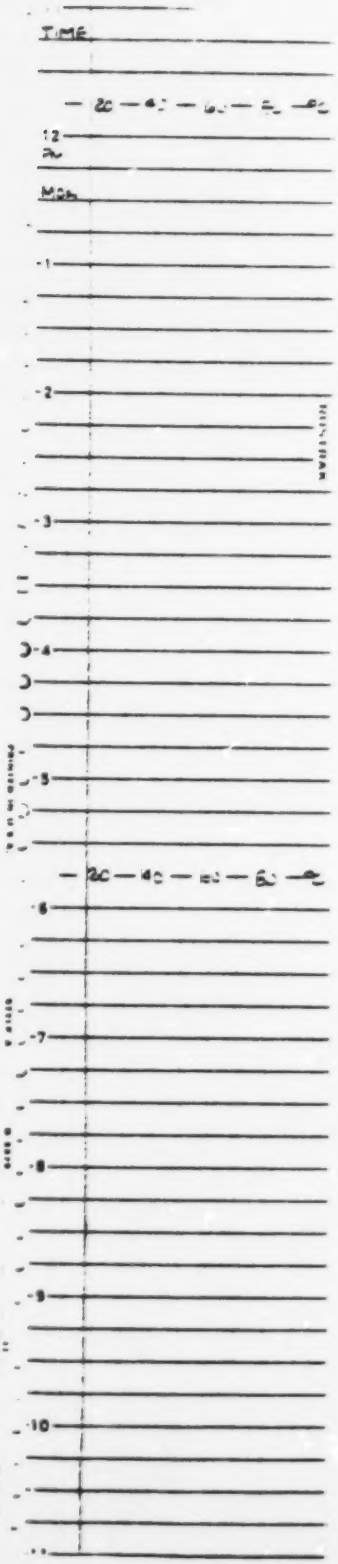


HOSPITAL 100

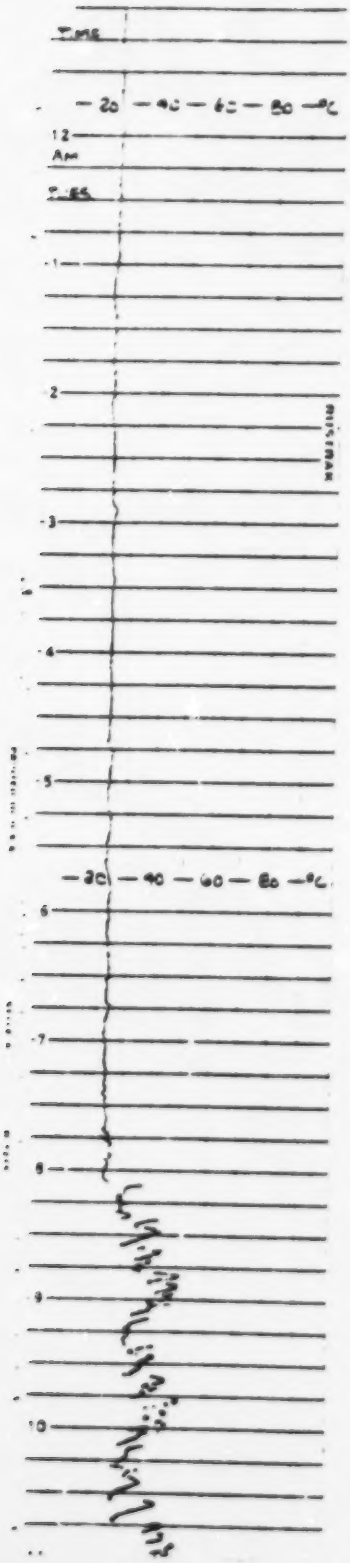
SEWER



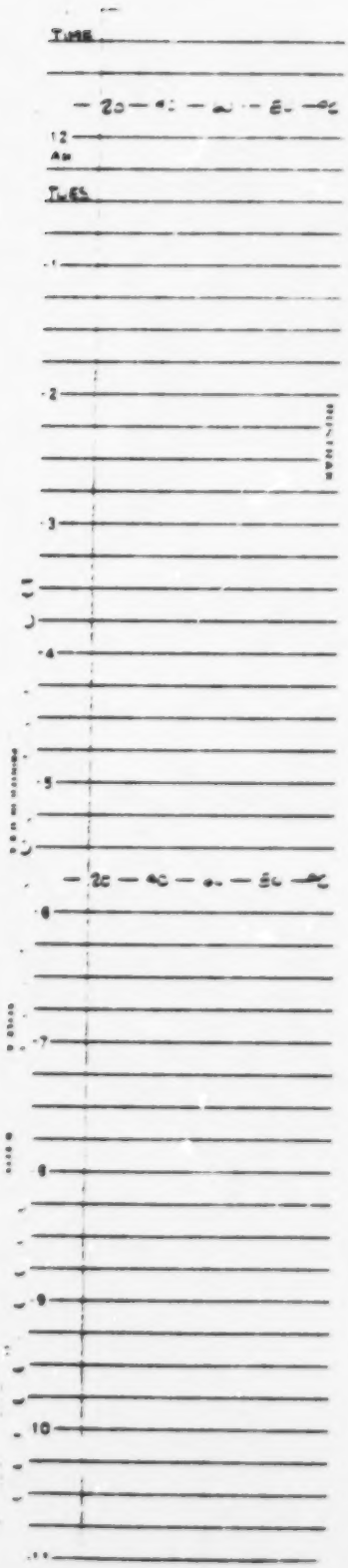
COLD WATER



SEWER

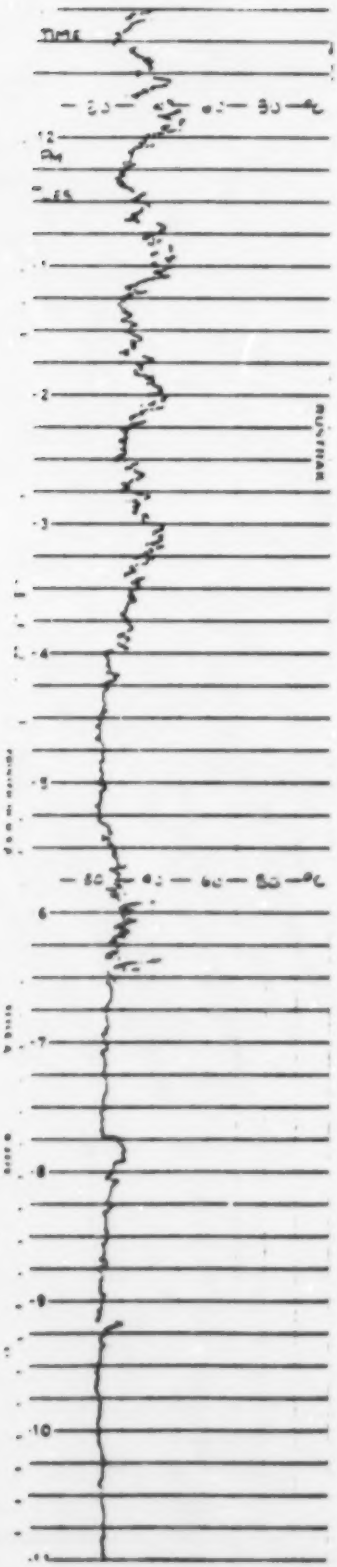


COLD WATER

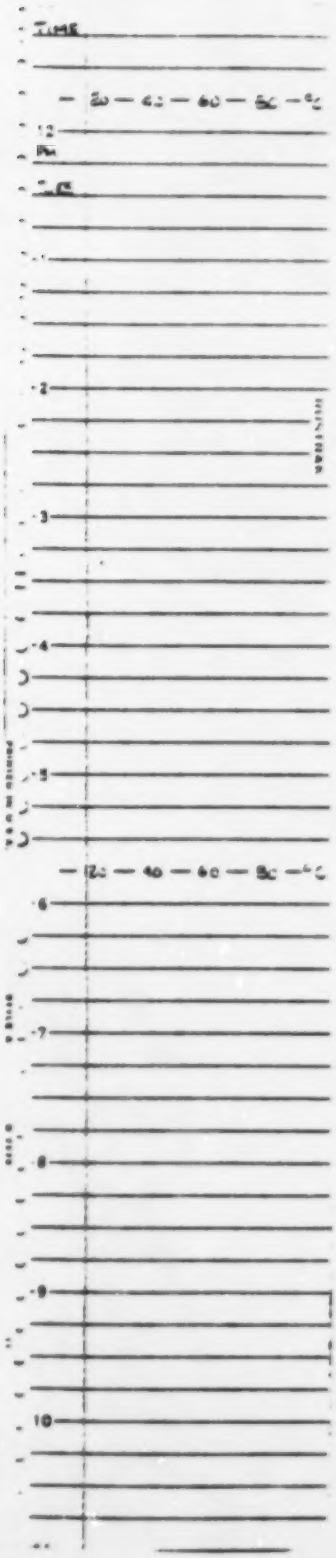


HOSPITAL 100

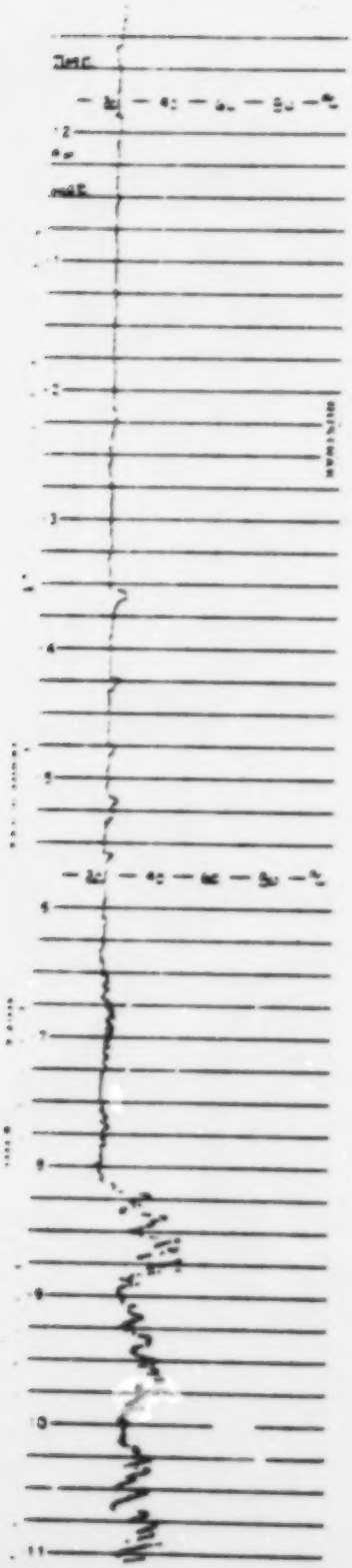
SEWER



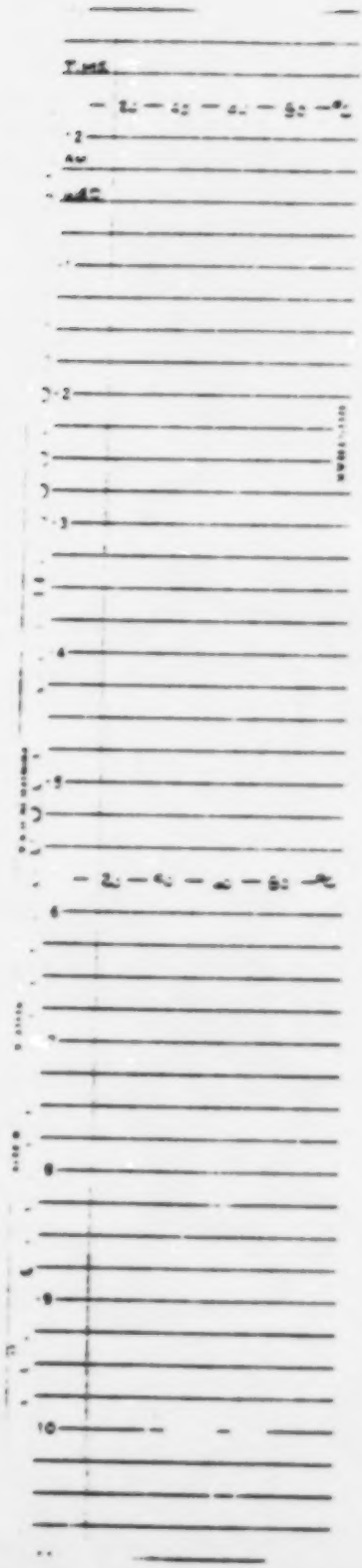
COLD WATER



SEWER



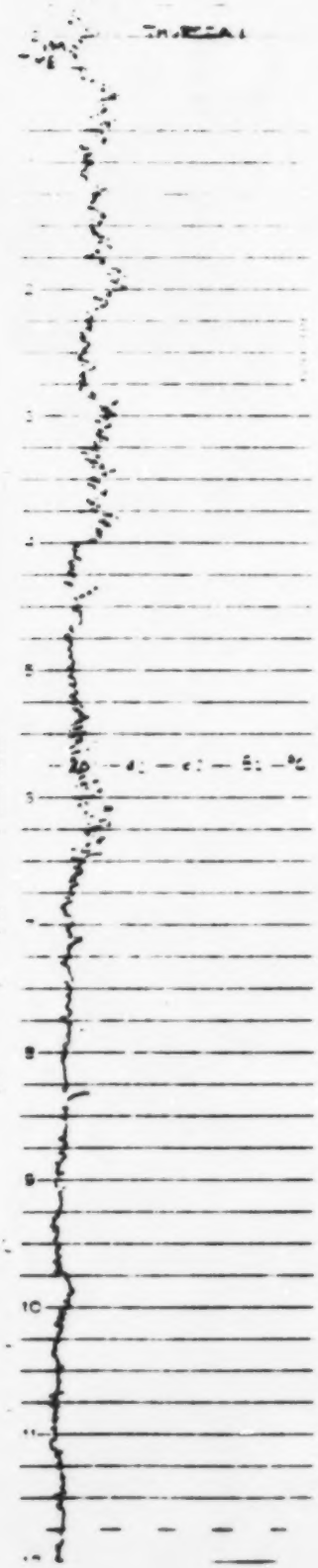
COLD WATER



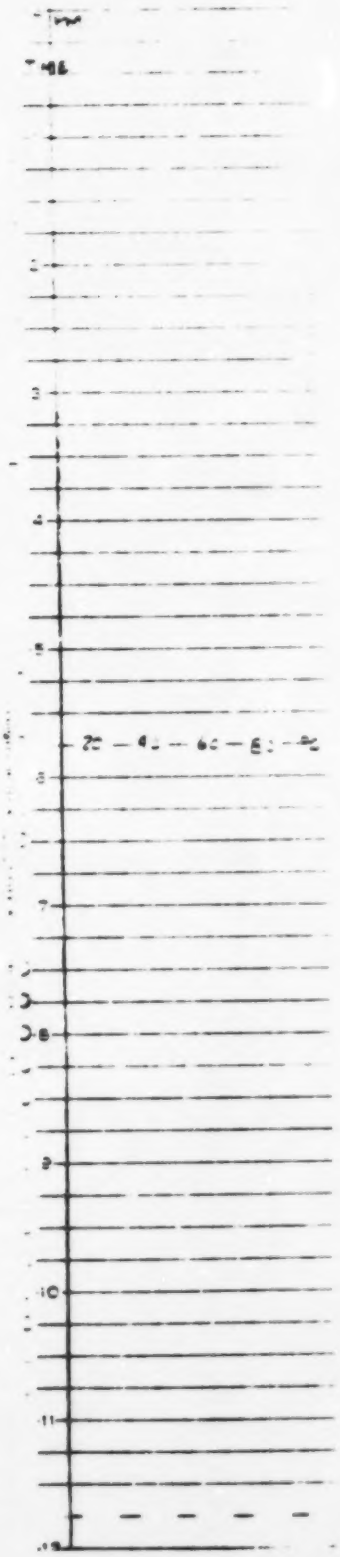
HOSPITAL 100

MAY 13/82 to MAY 20/82

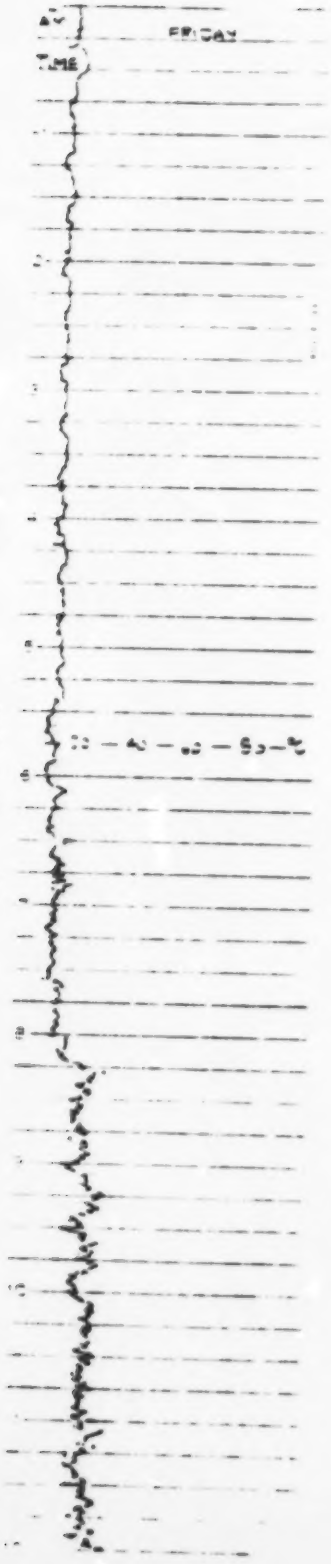
SEWER



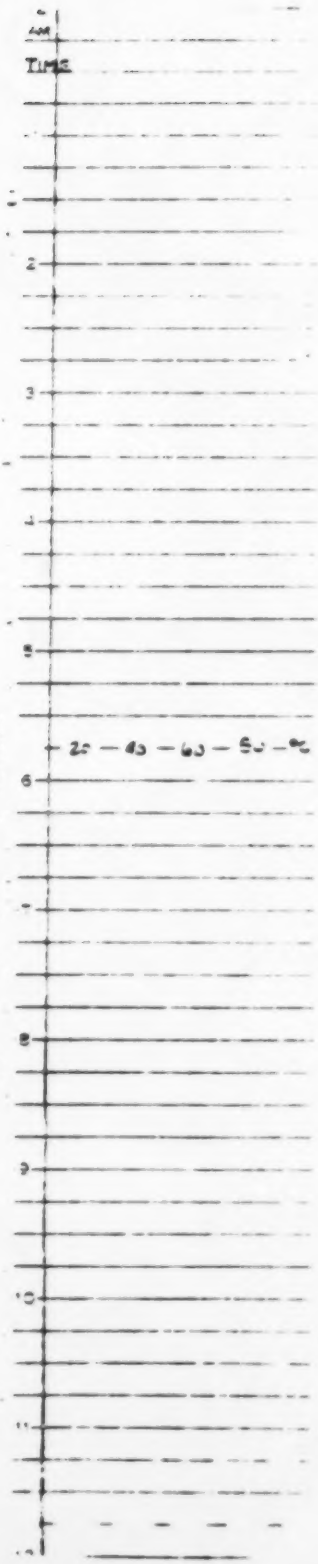
COLD WATER



SEWER

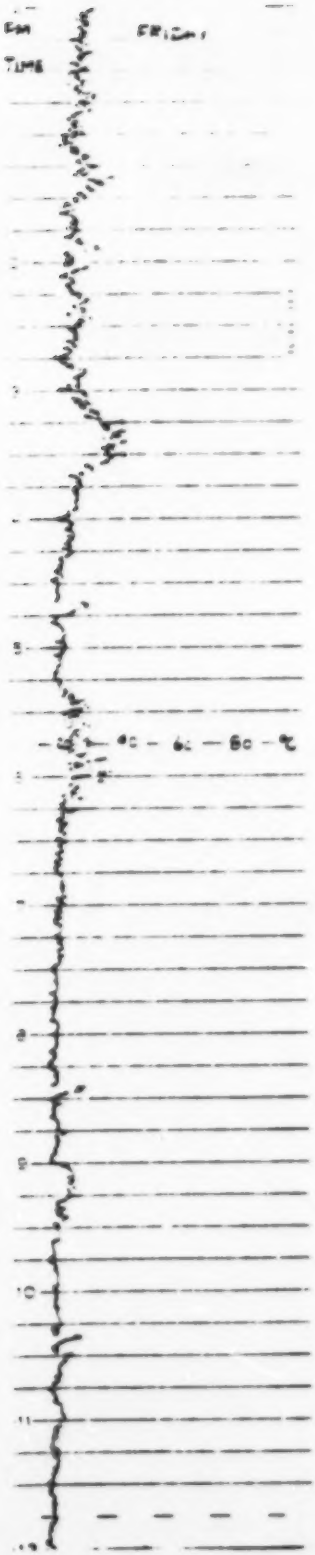


COLD WATER

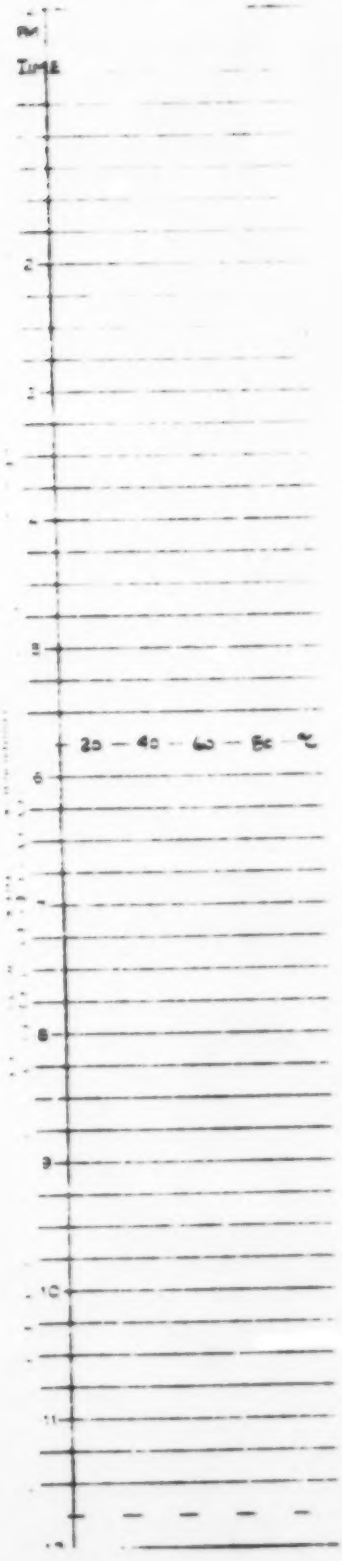


HOSPITAL 100

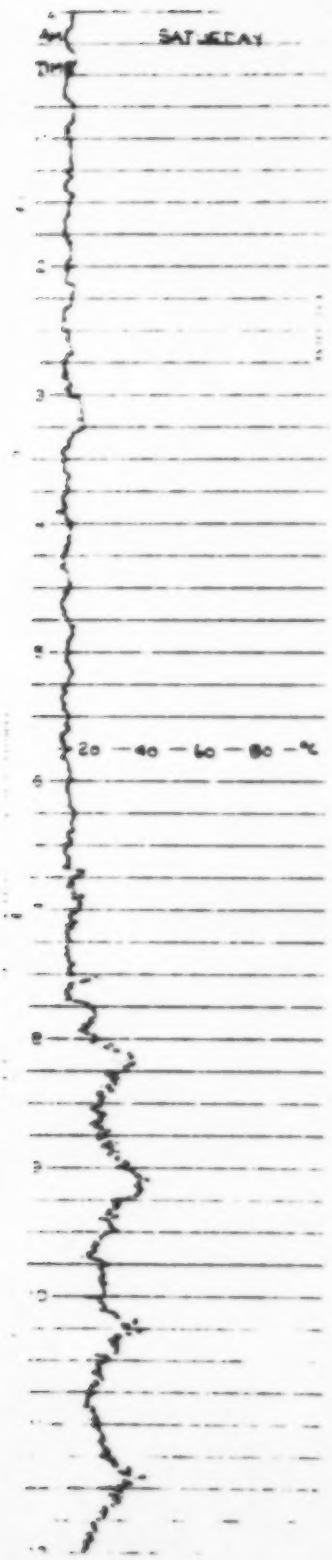
SEWER



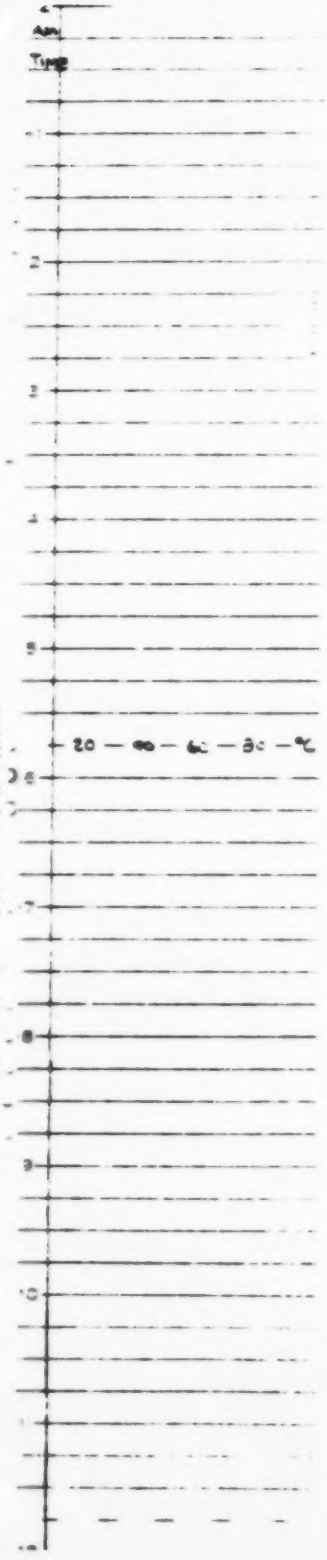
COLD WATER



SEWER

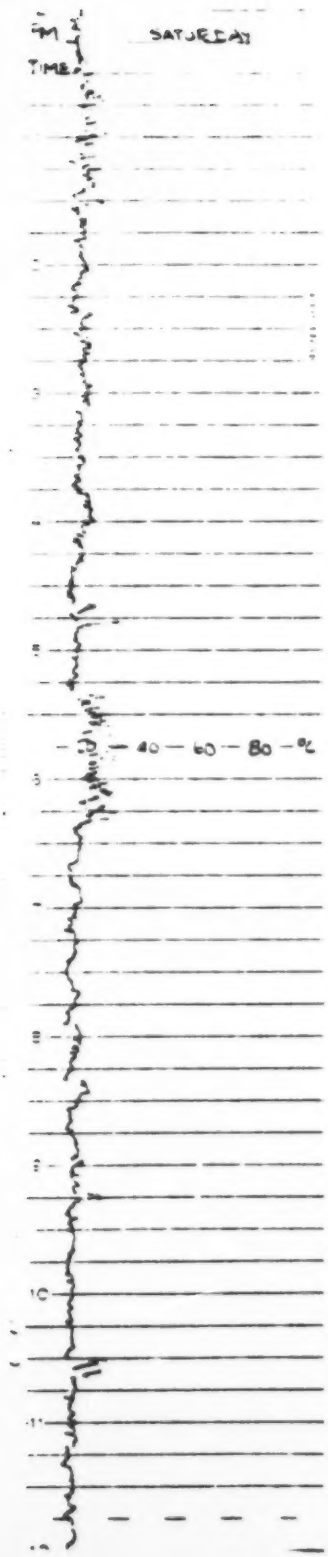


COLD WATER

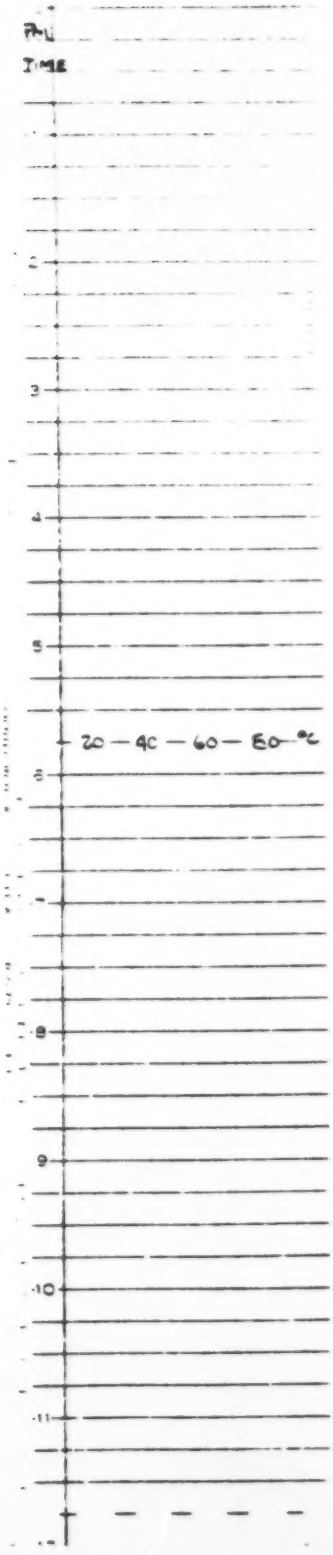


HOSPITAL 100

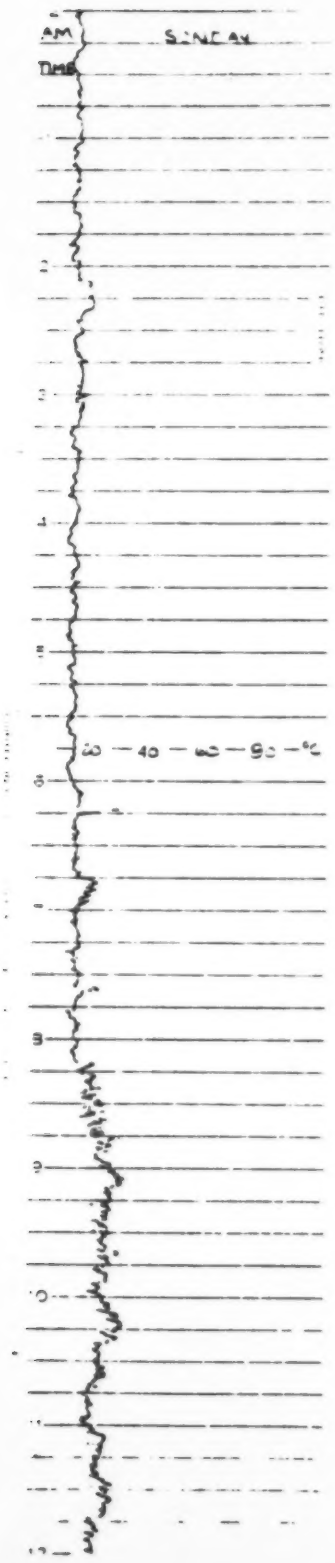
SEWER



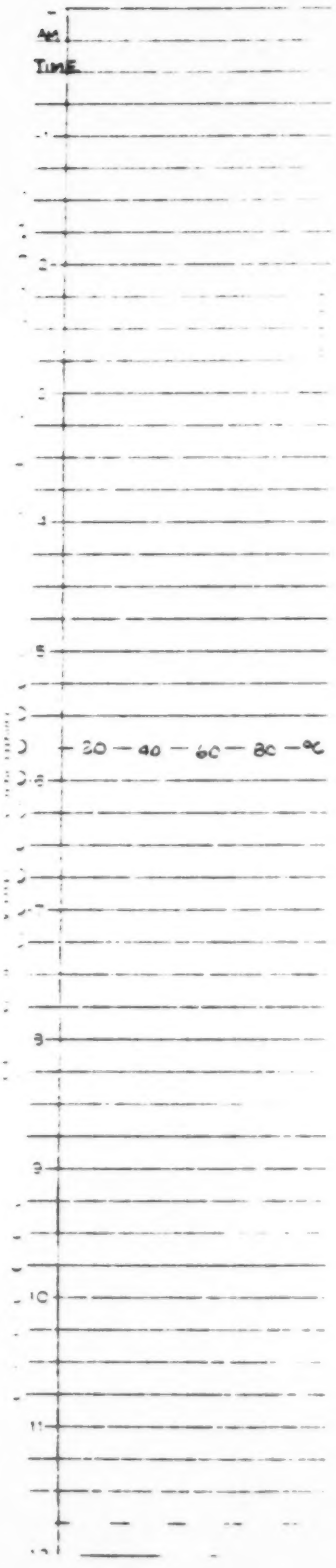
COLD WATER



SEWER

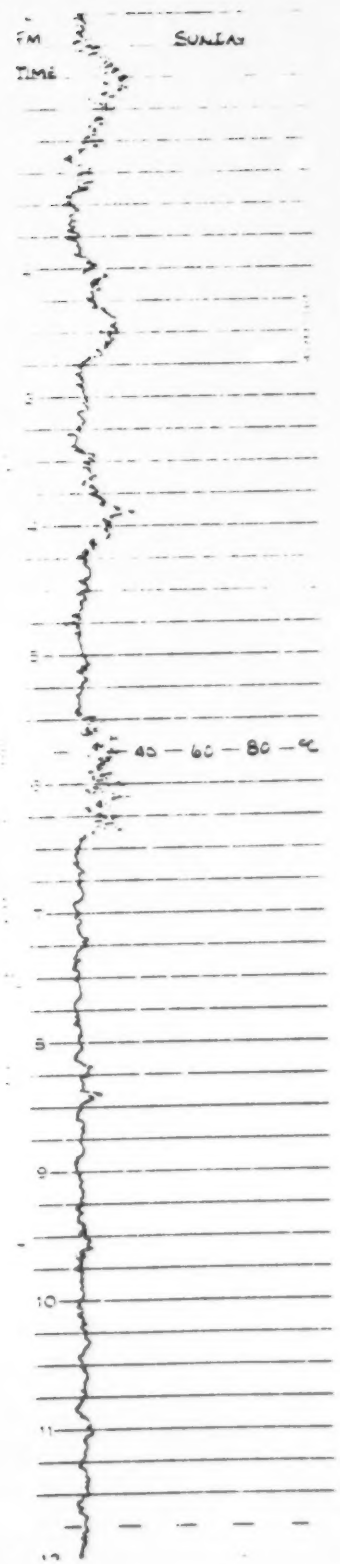


COLD WATER

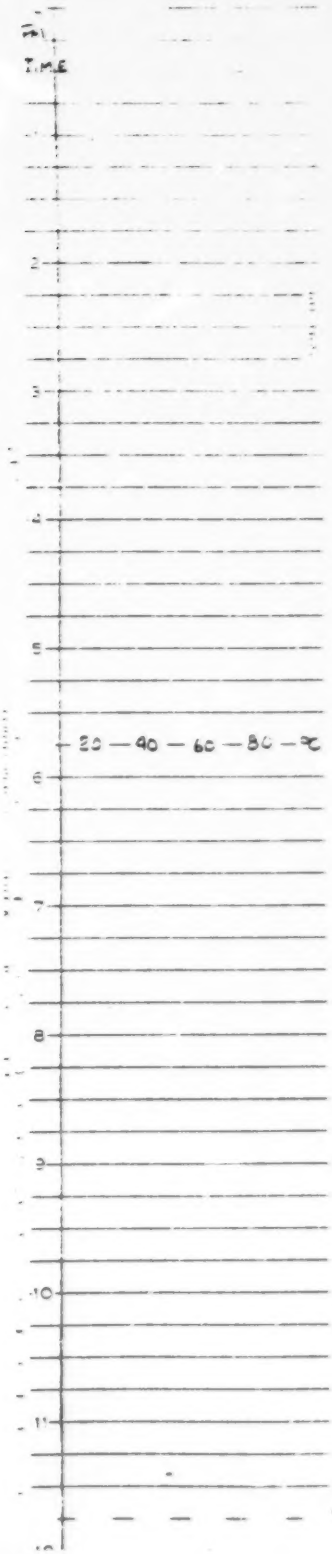


HOSPITAL 100

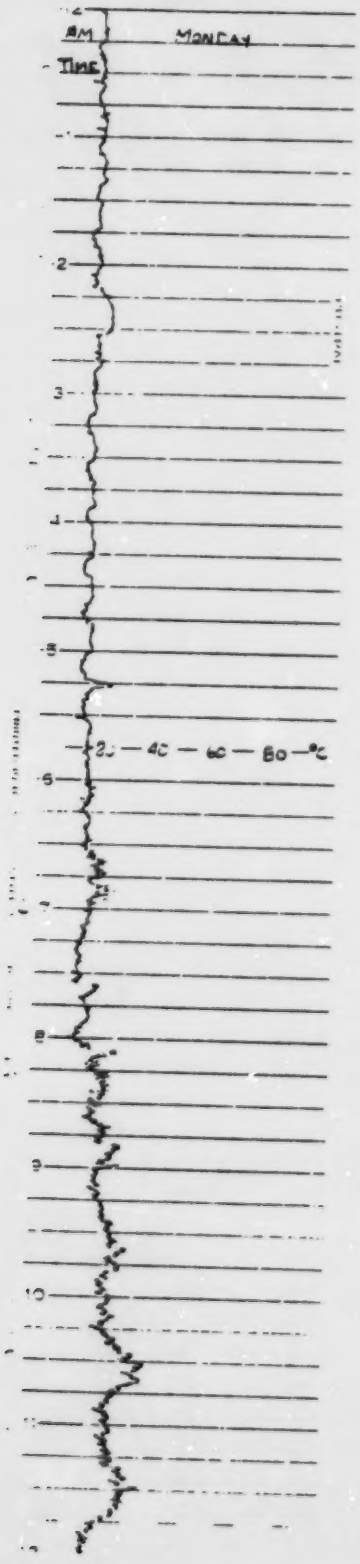
SEWER



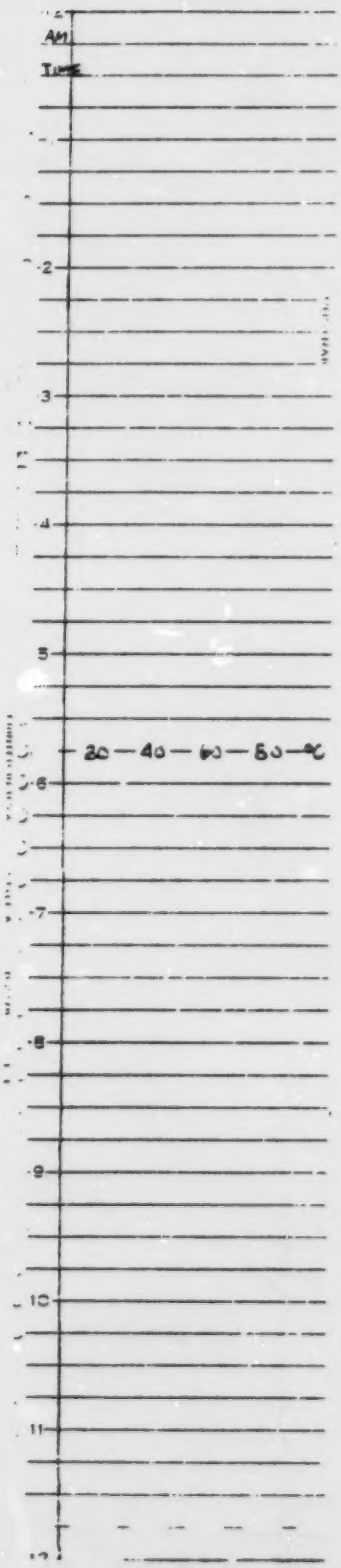
COLD WATER



SEWER

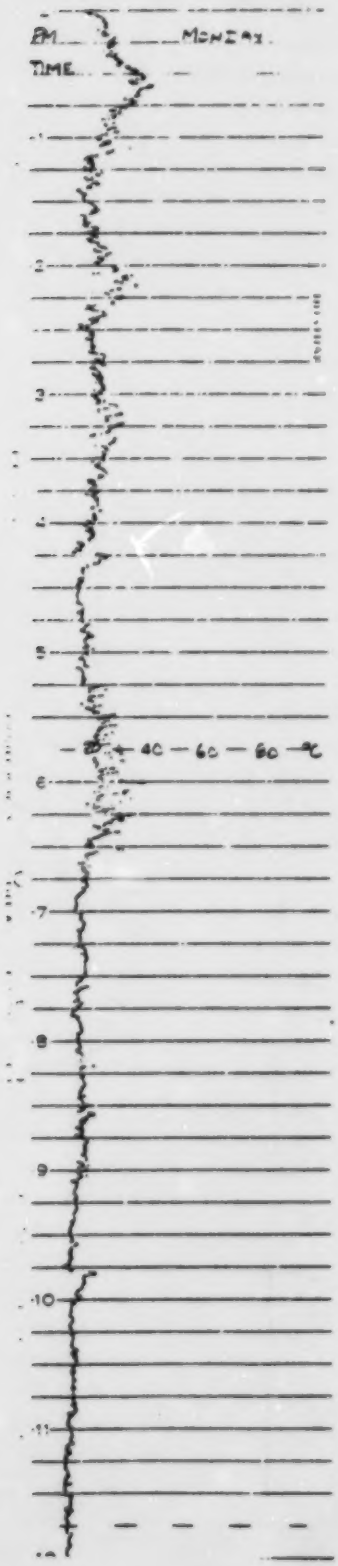


COLD WATER

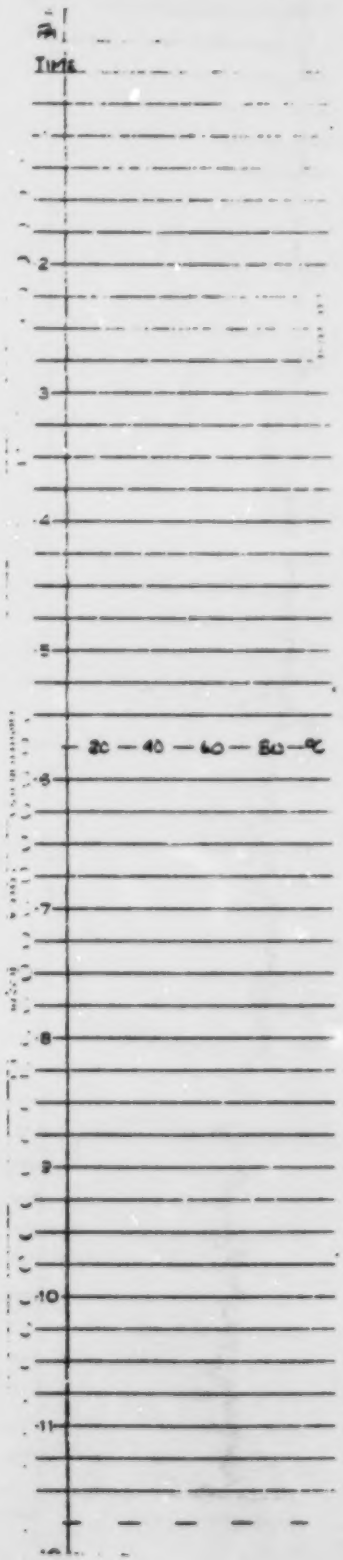


HOSPITAL 100

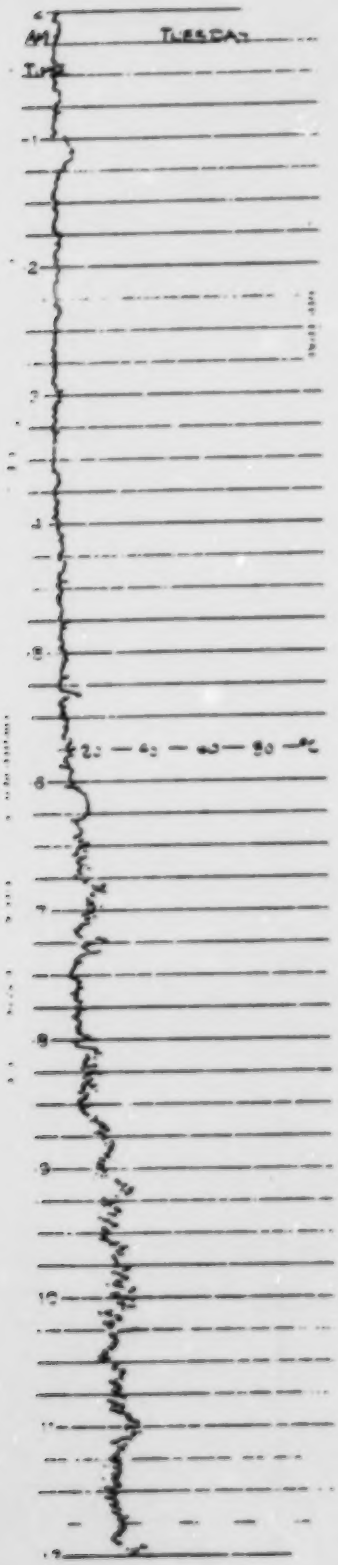
SEWER



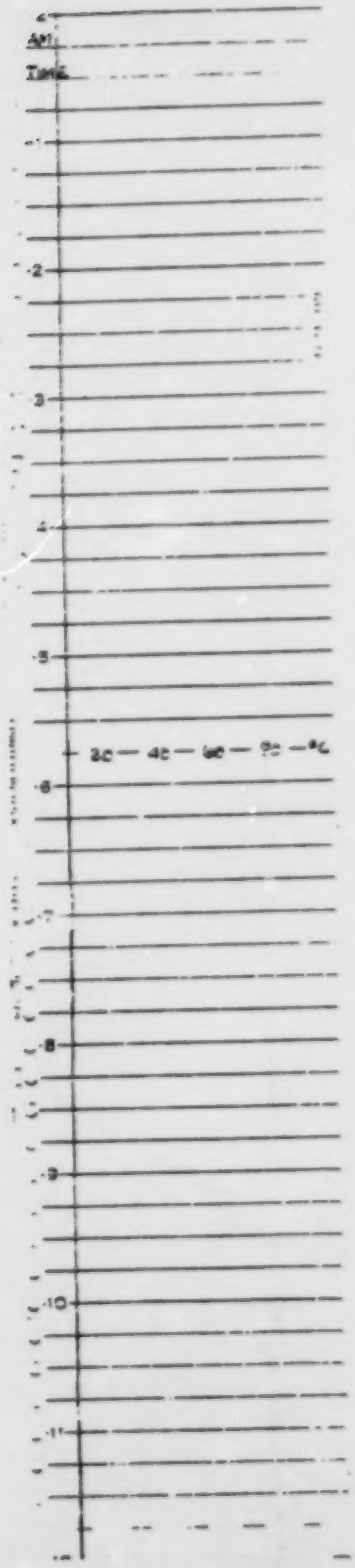
COLD WATER



SEWER

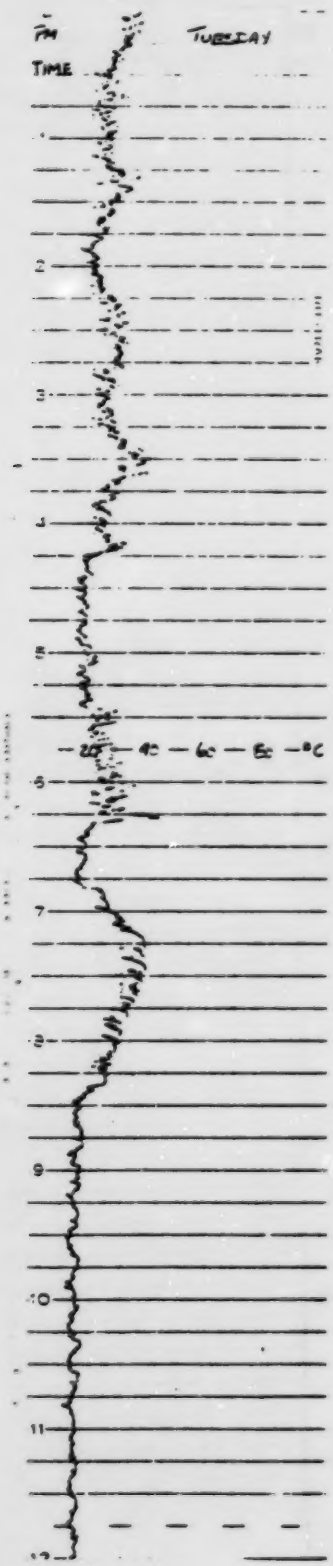


COLD WATER

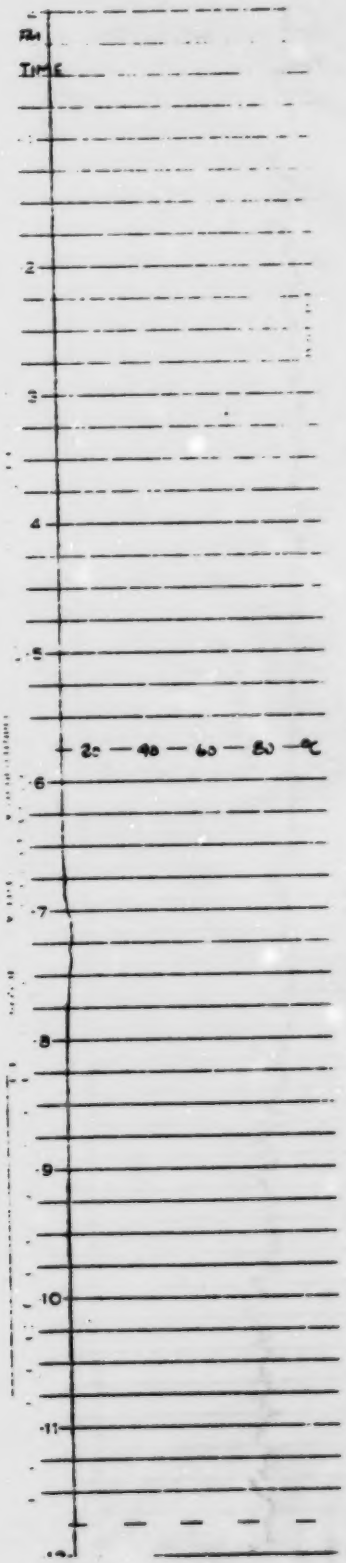


HOSPITAL 100

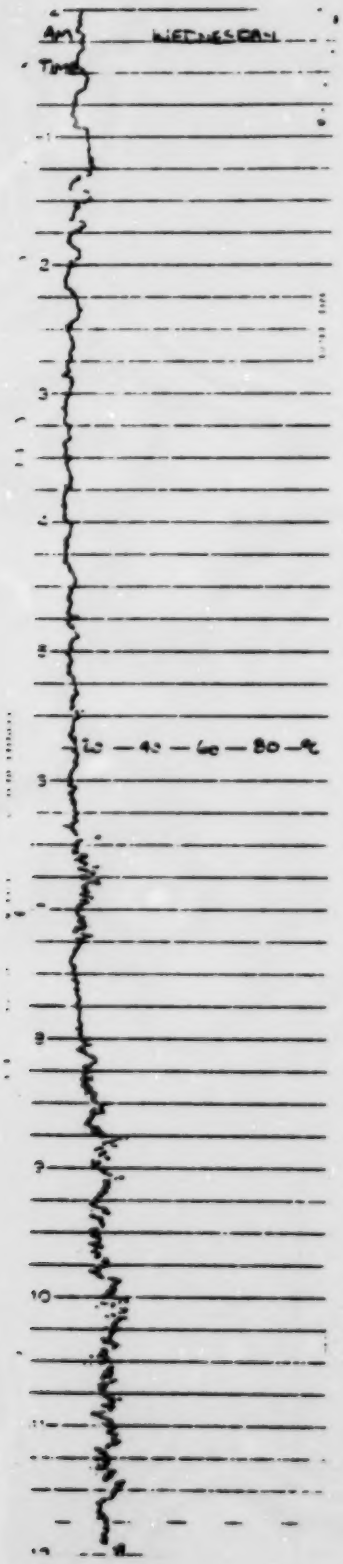
SEWER



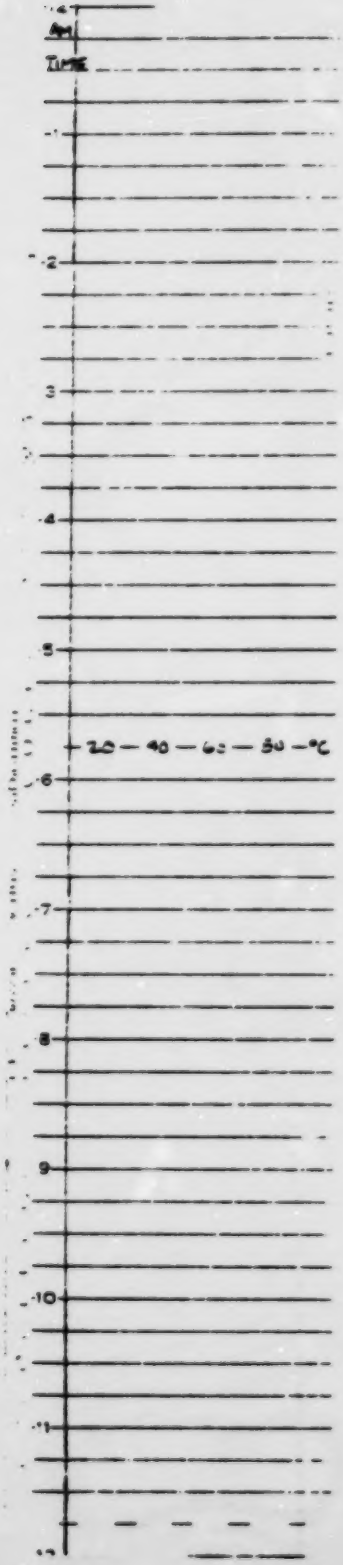
COLD WATER



SEWER



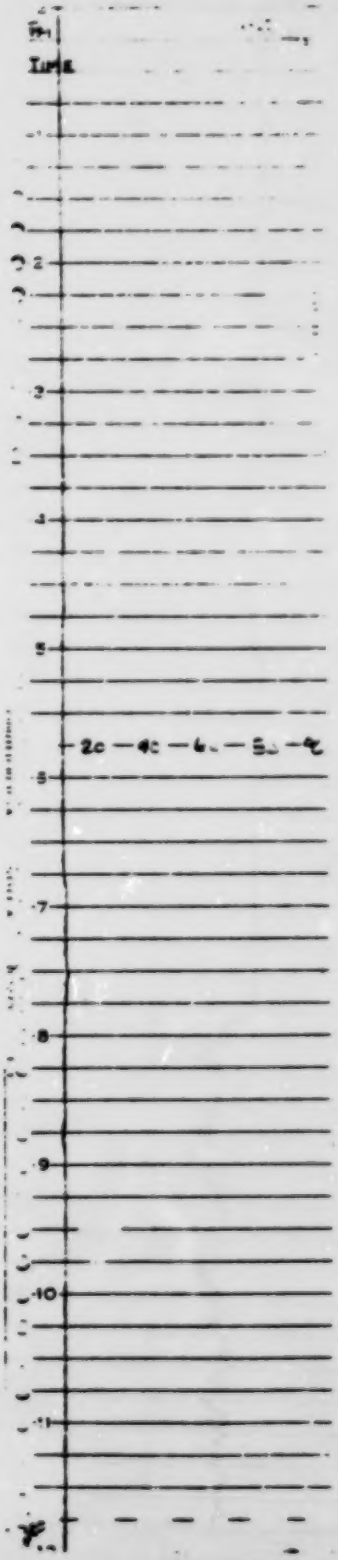
COLD WATER



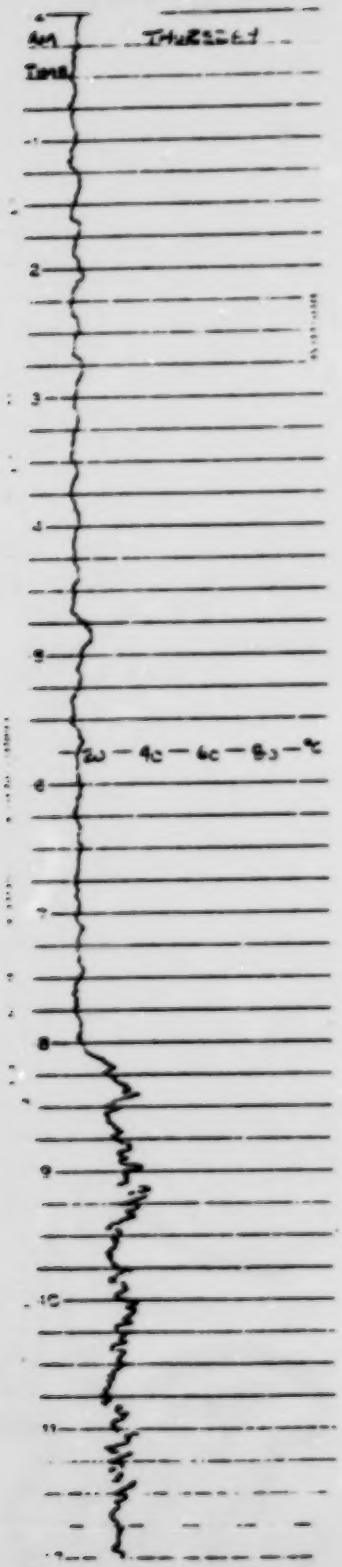
HOSPITAL 100

SEWER

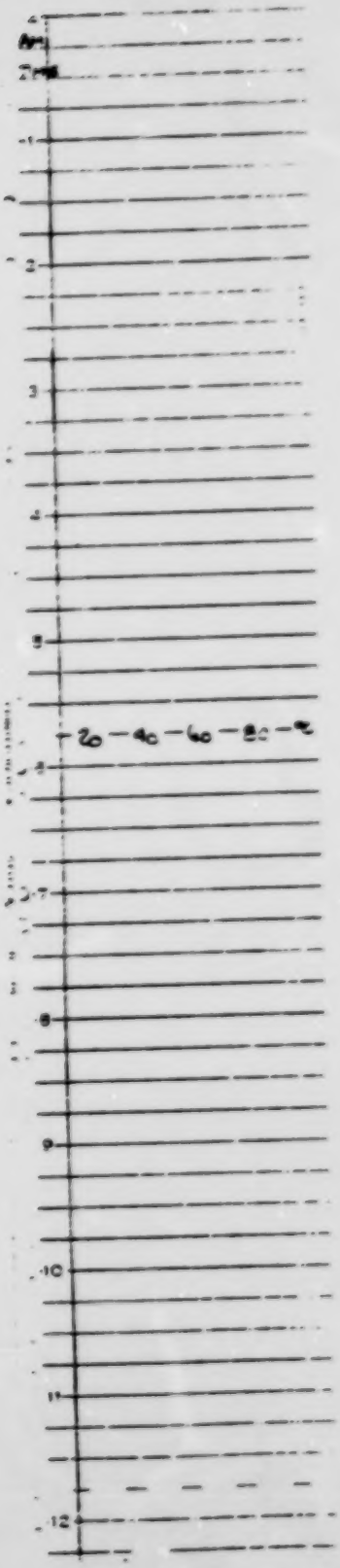
COLD WATER



SEWER



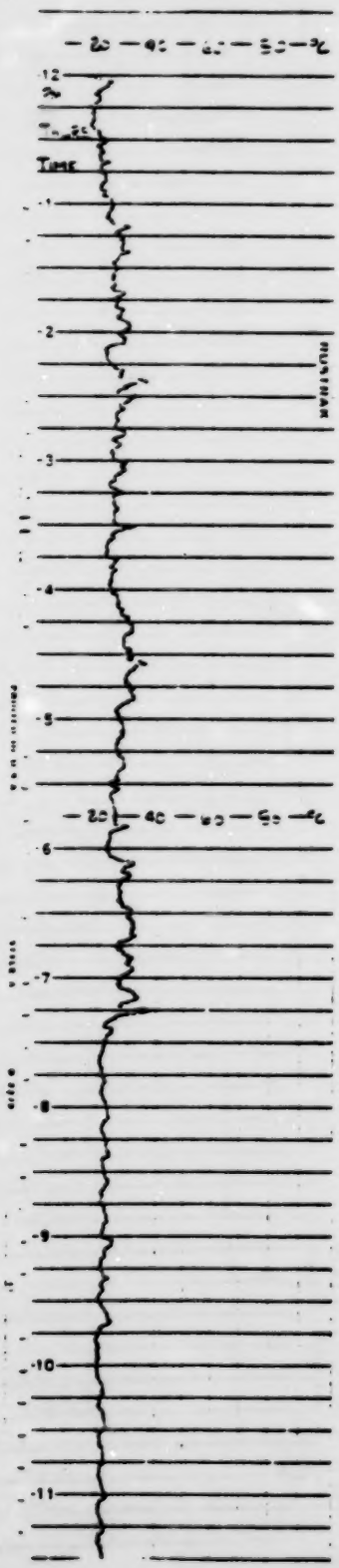
COLD WATER



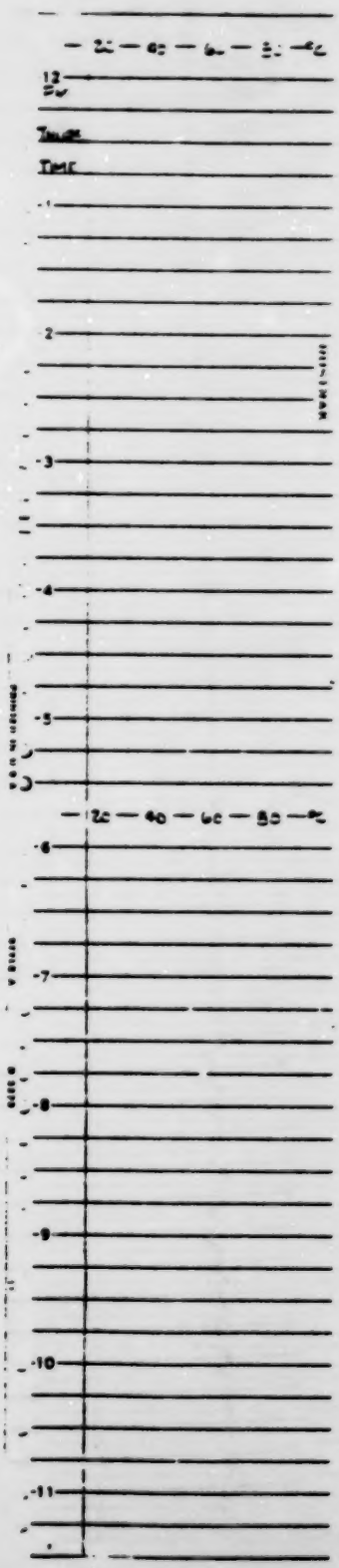
HOSPITAL 300

SEPT. 16/82 to SEPT. 23/82

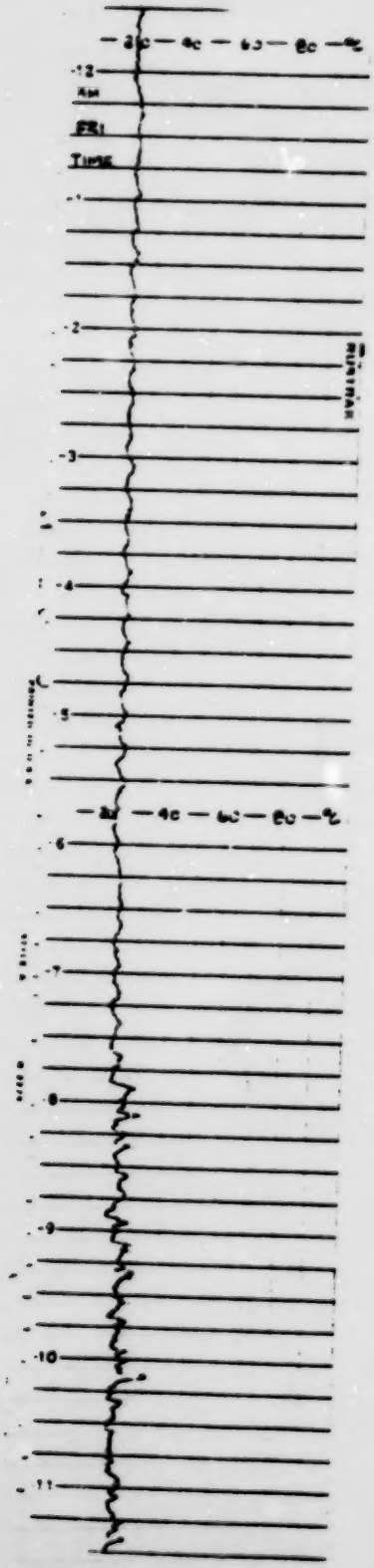
SEWER



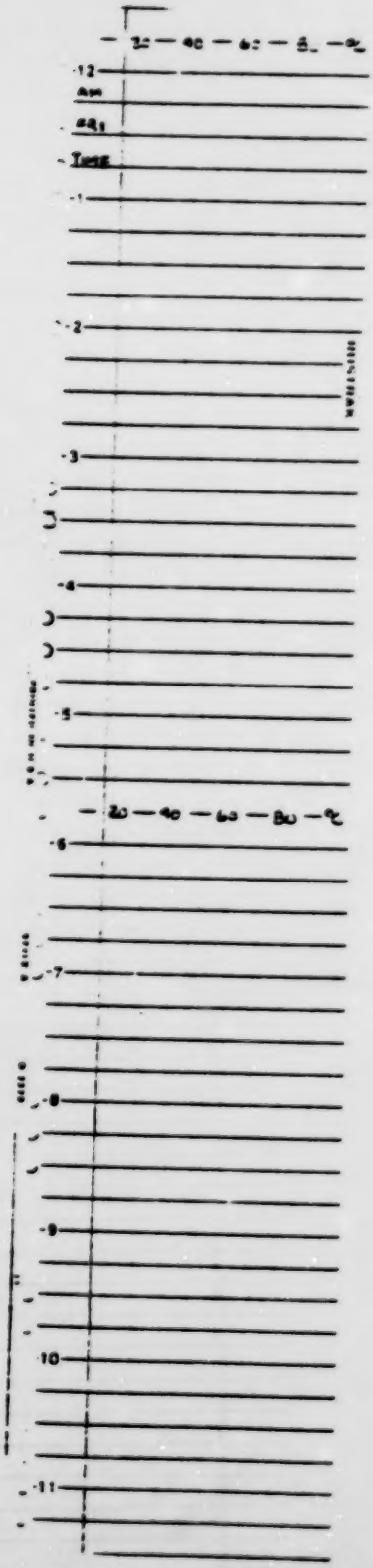
COLD WATER



SEWER

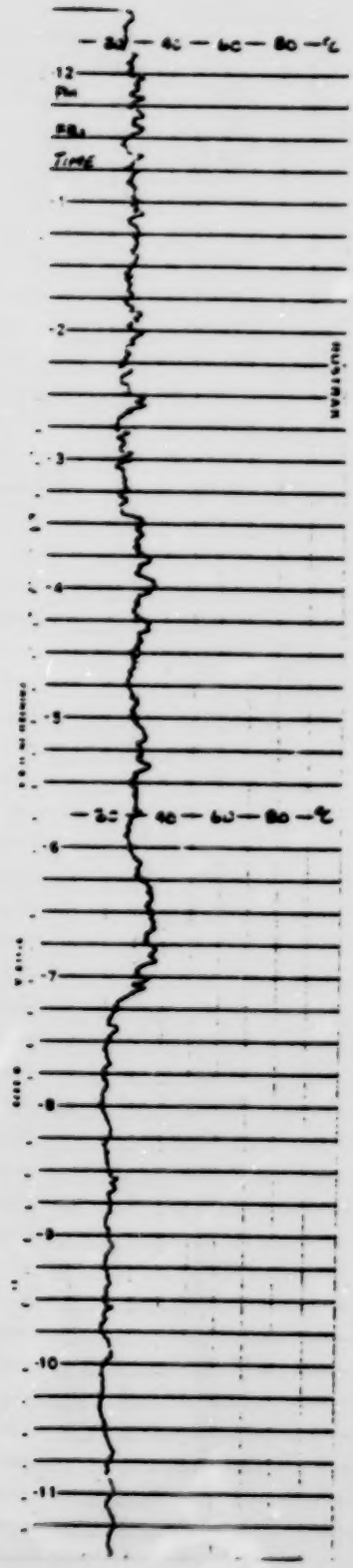


COLD WATER

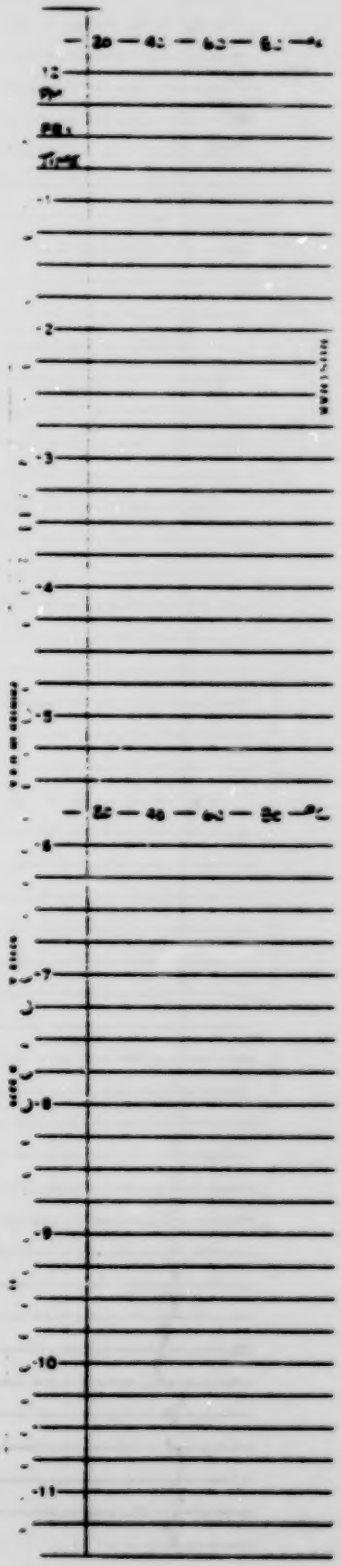


HOSPITAL 300

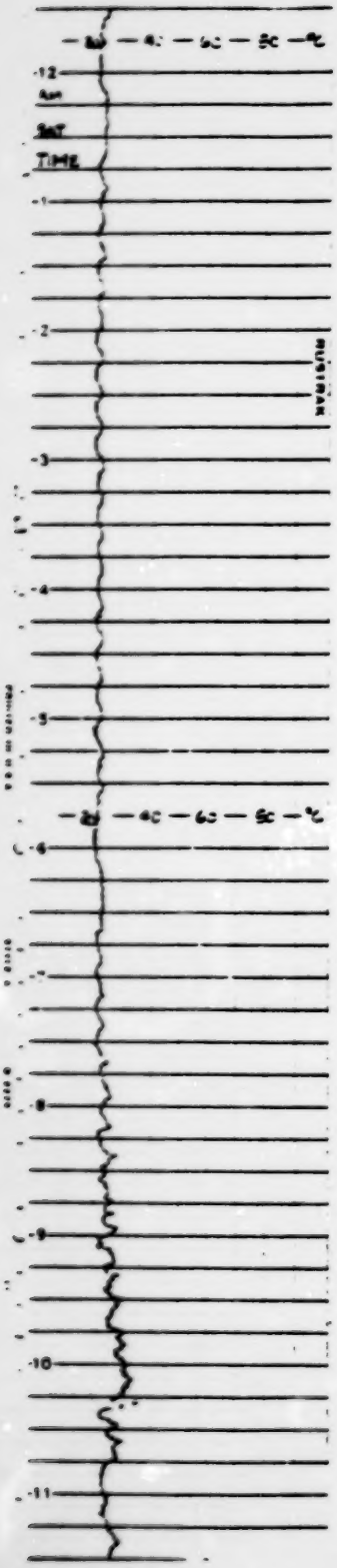
SEWER



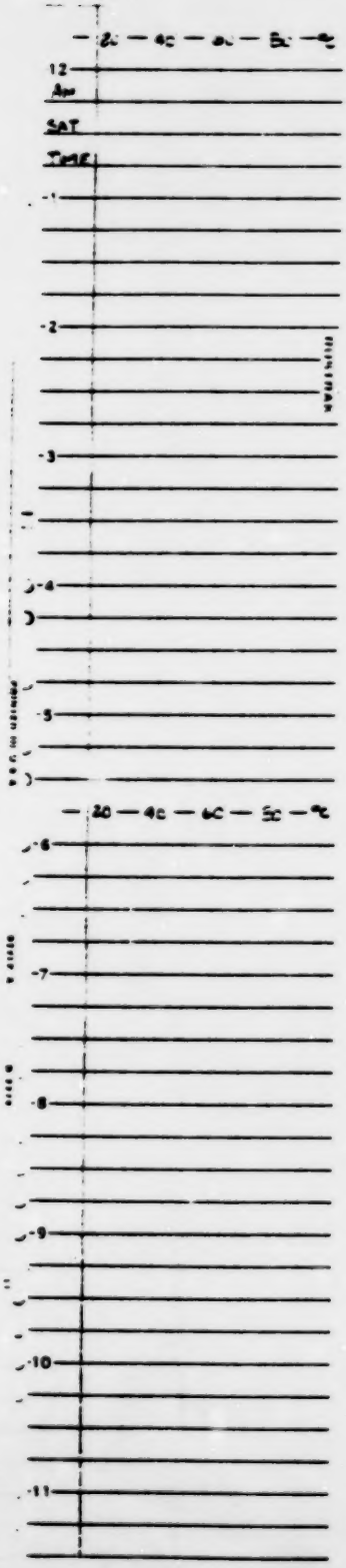
COLD WATER



SEWER

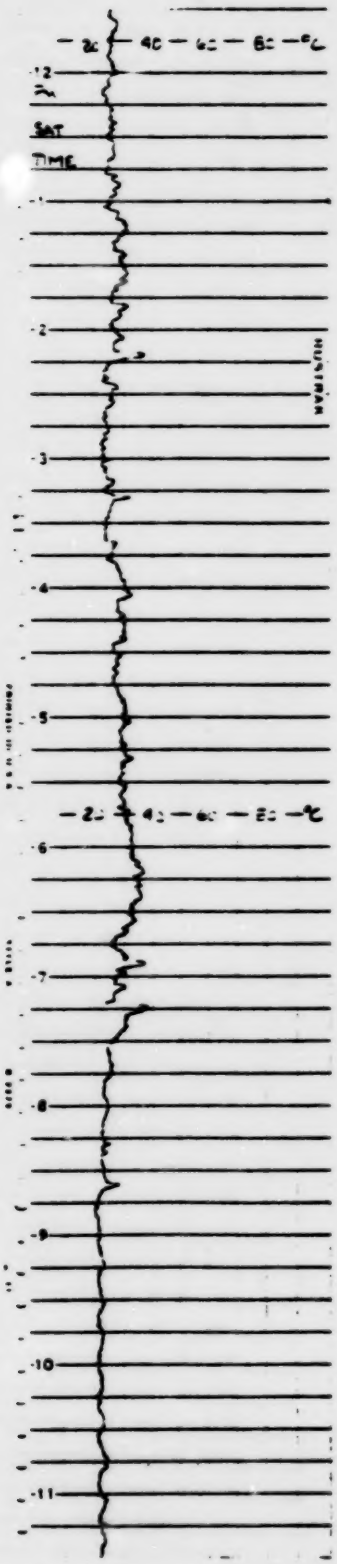


COLD WATER

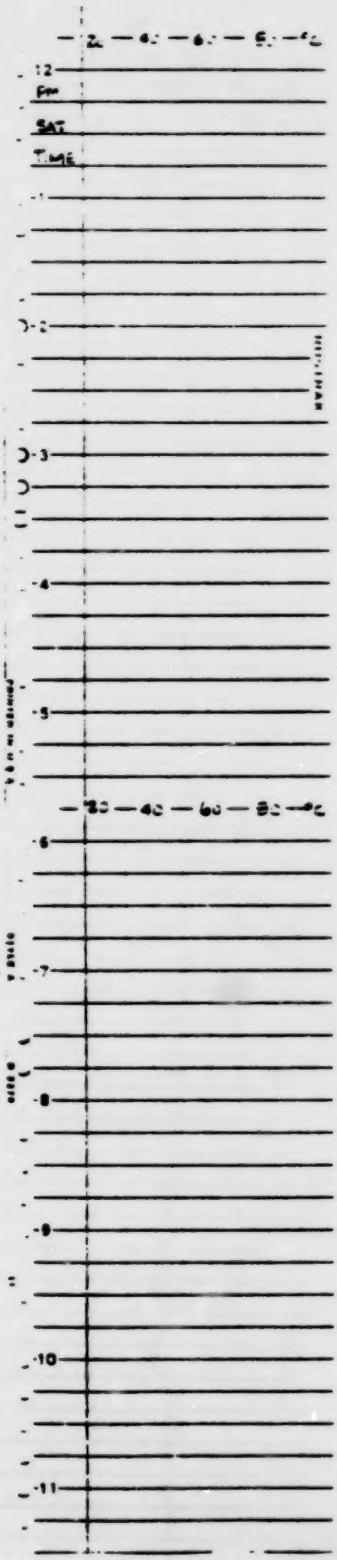


HOSPITAL 300

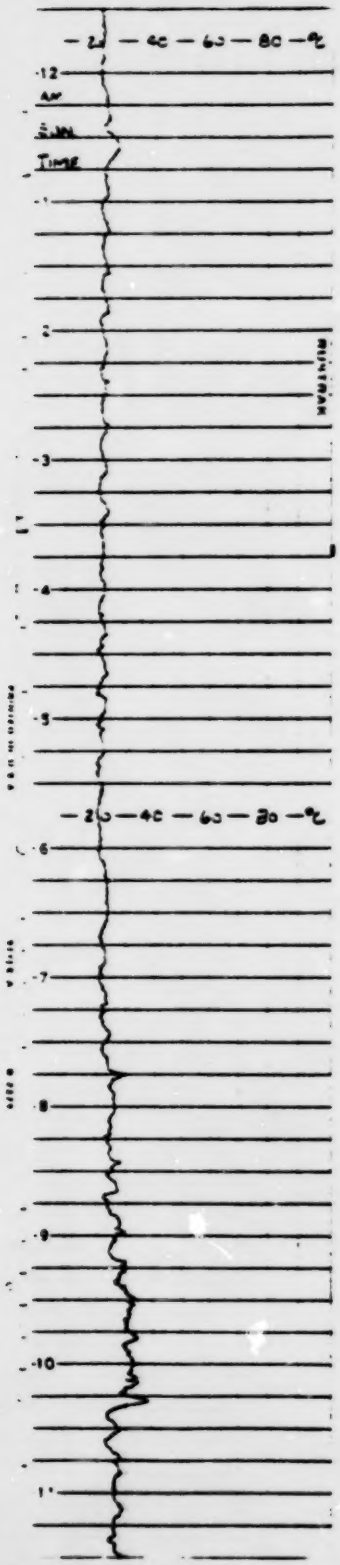
SEWER



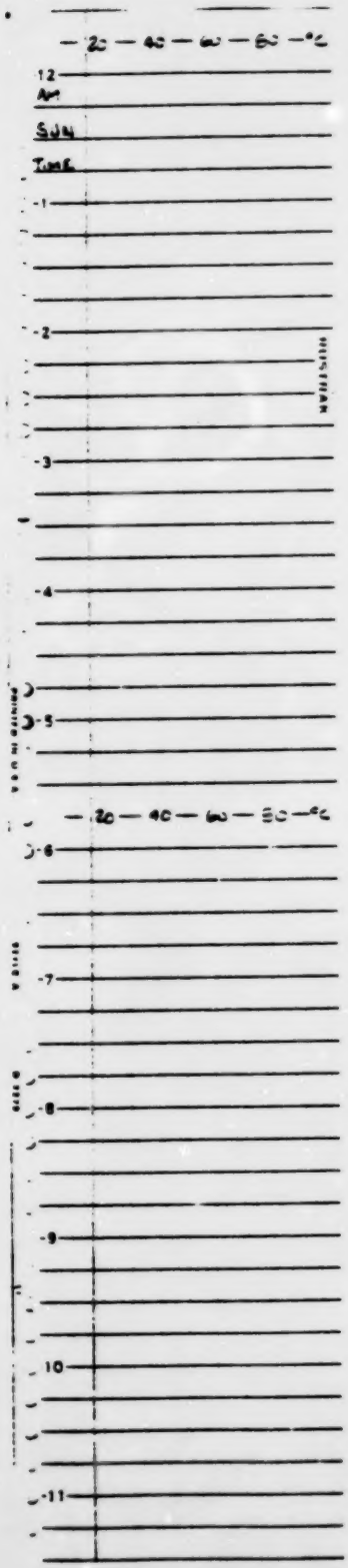
COLD WATER



SEWER

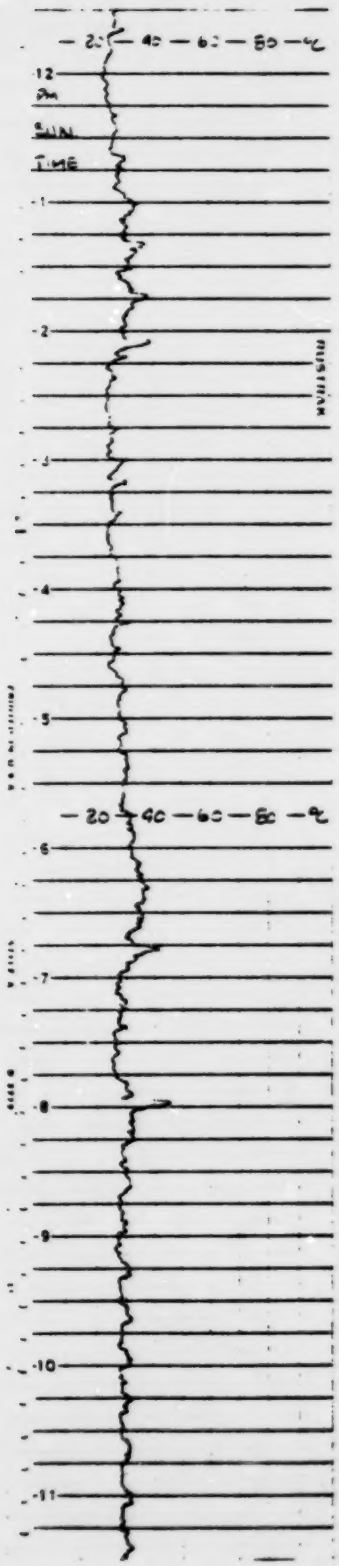


COLD WATER

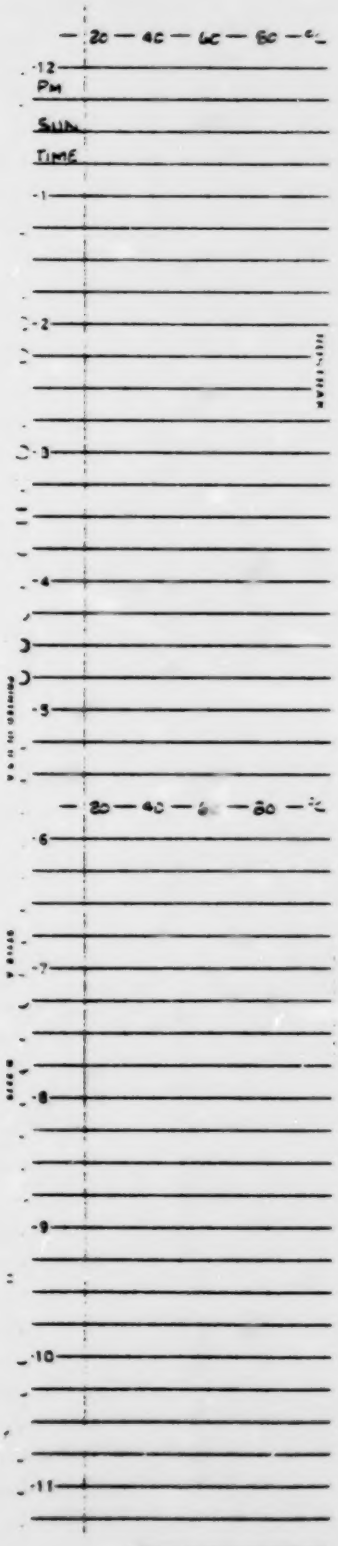


HOSPITAL 300

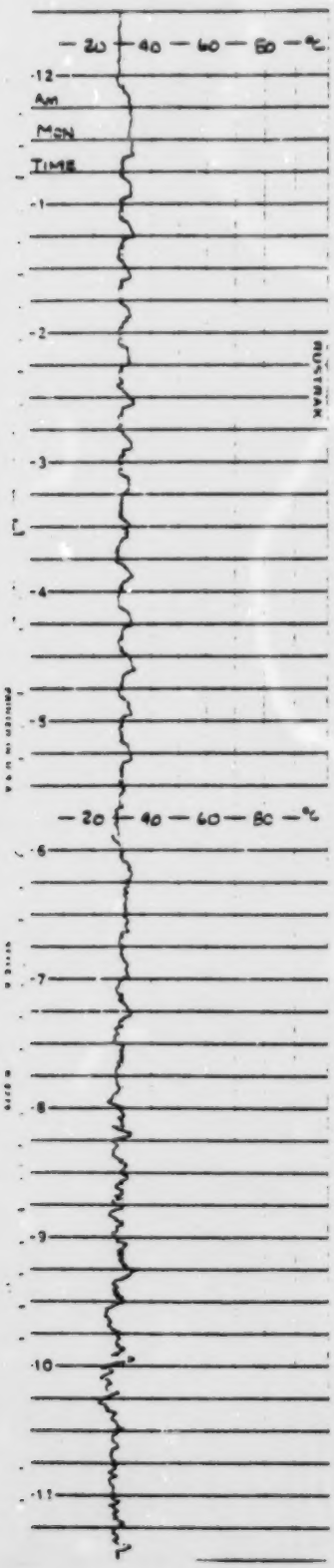
SEWER



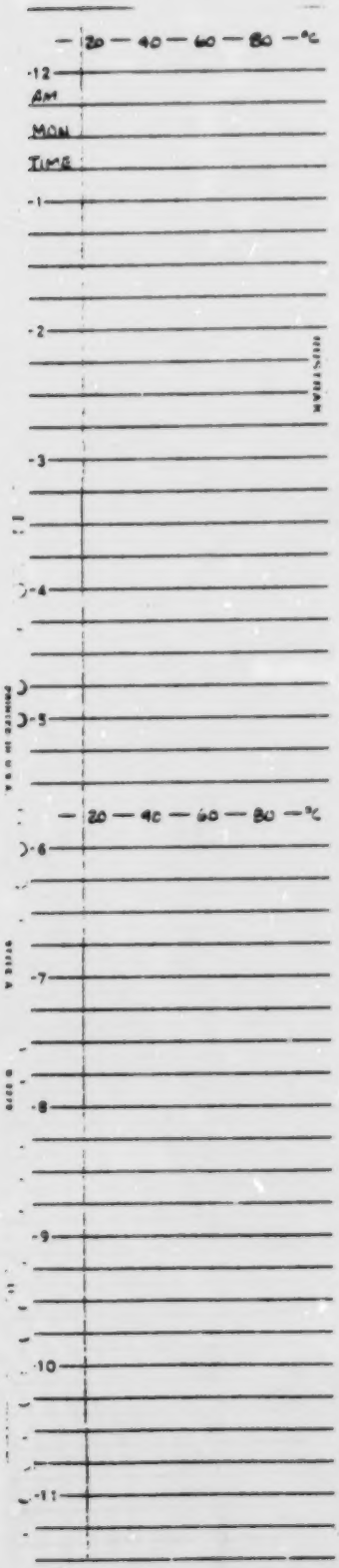
COLD WATER



SEWER

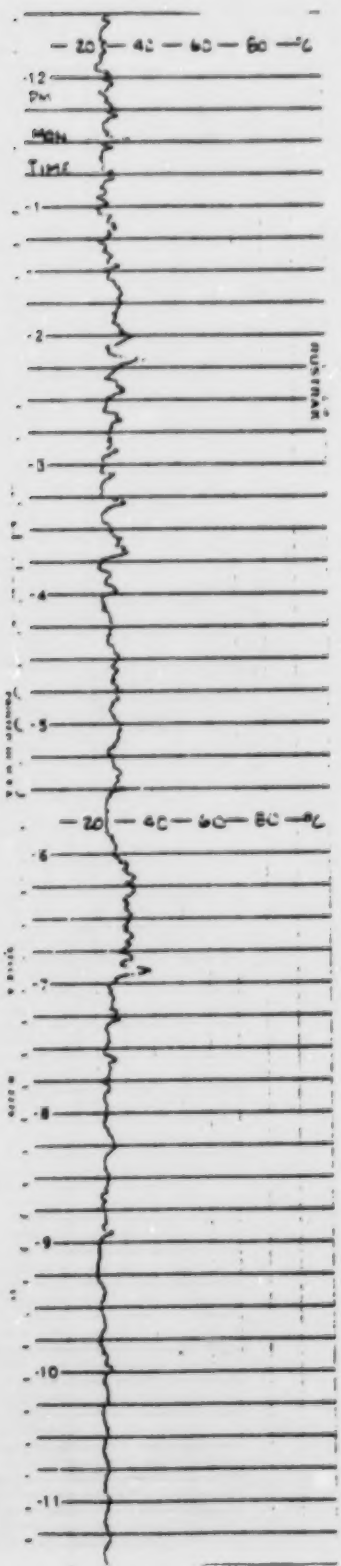


COLD WATER

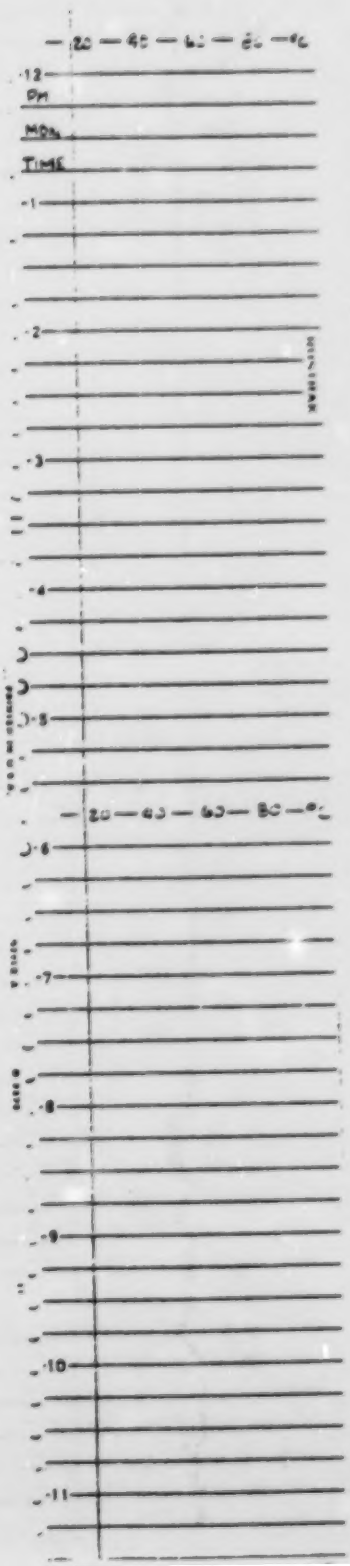


HOSPITAL 300

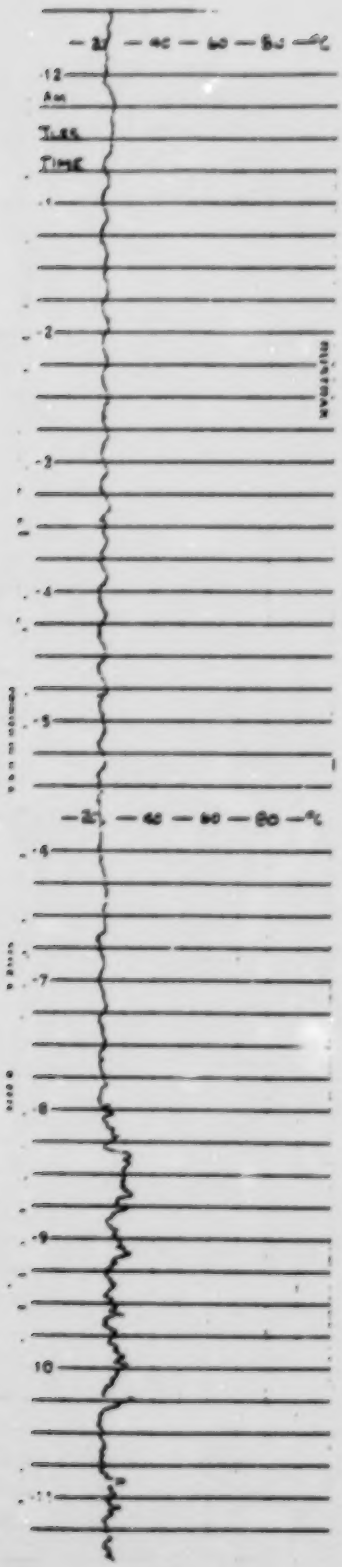
SEWER



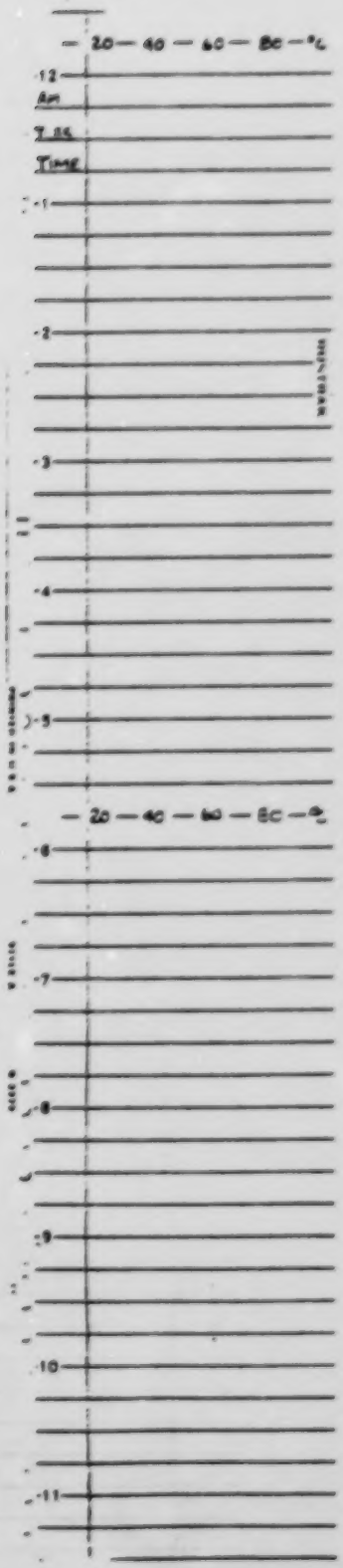
COLD WATER



SEWER

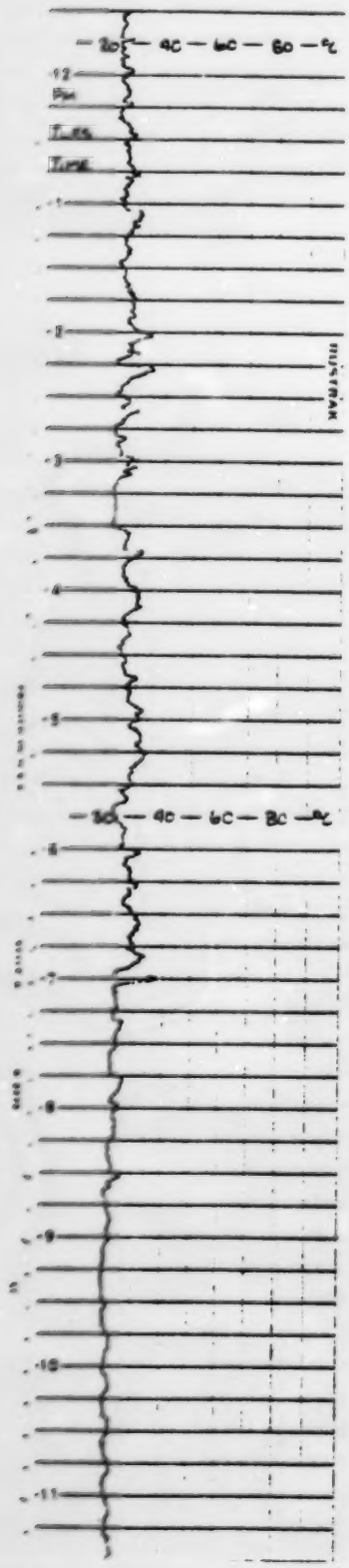


COLD WATER

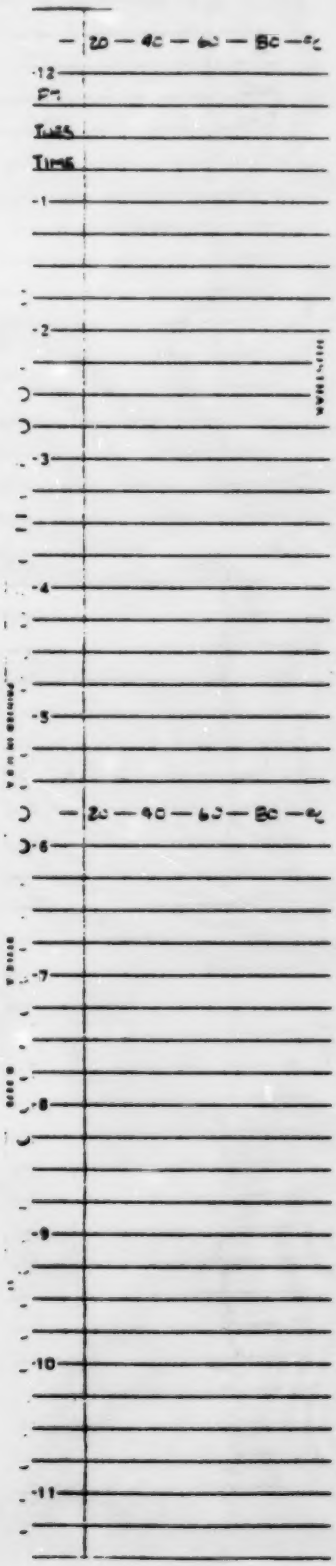


HOSPITAL 300

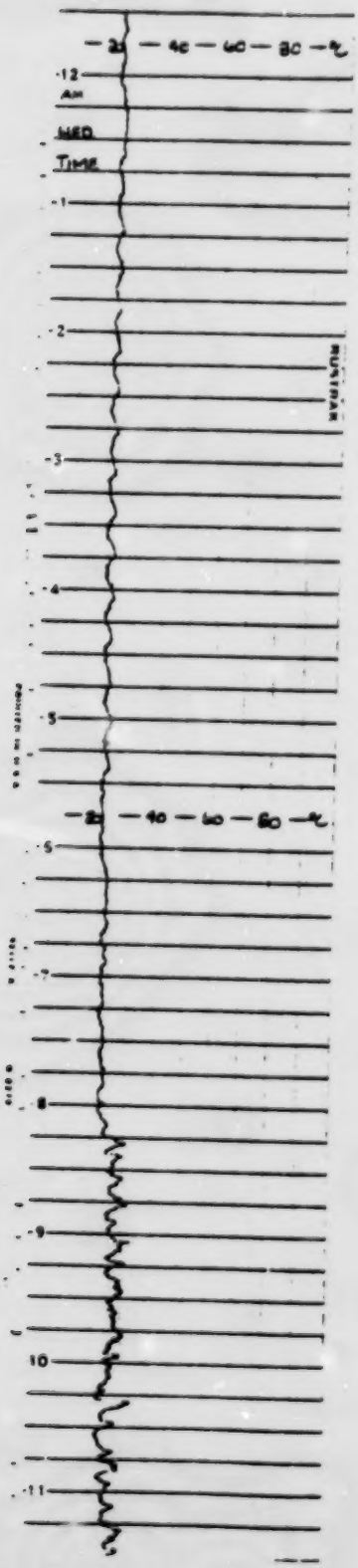
SEWER



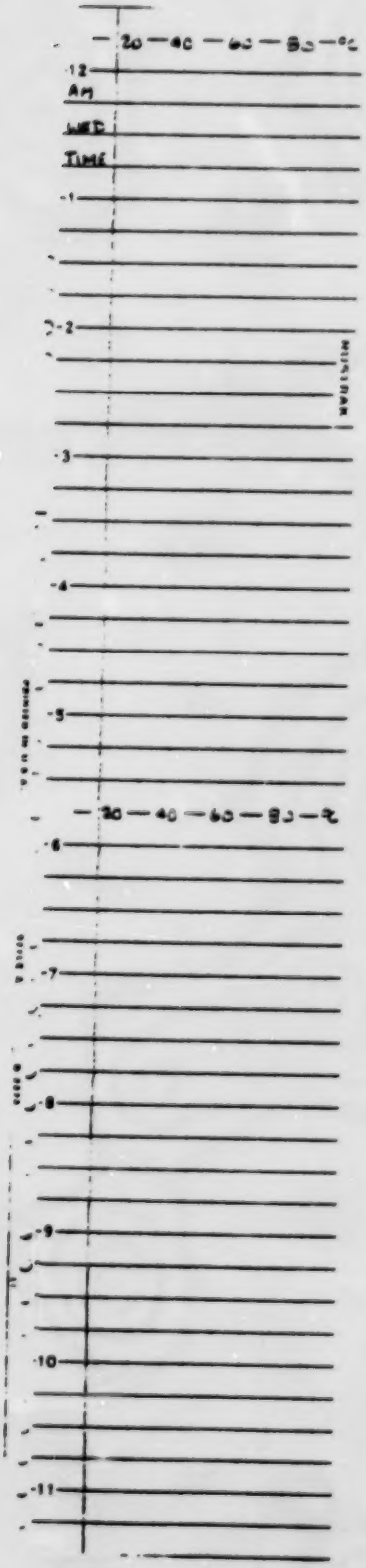
COLD WATER



SEWER

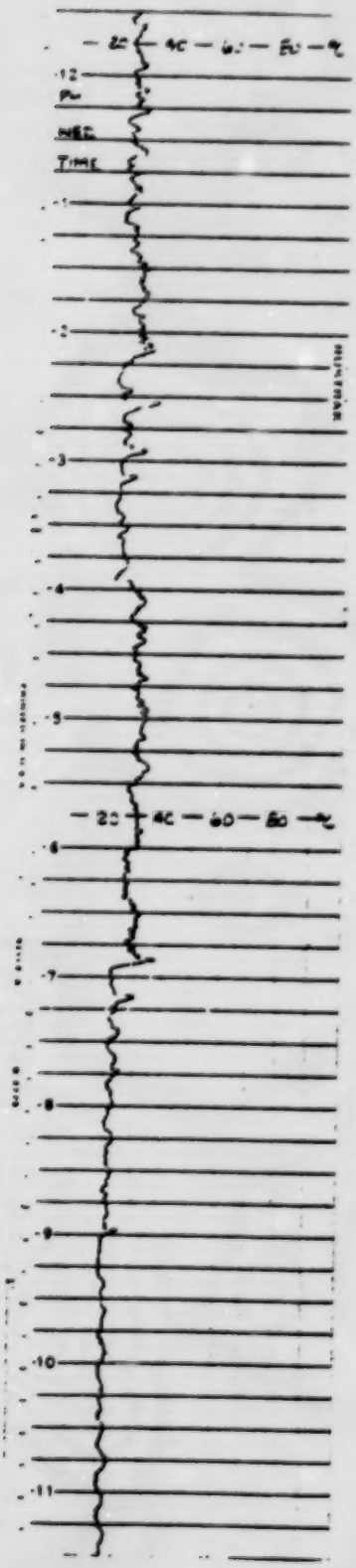


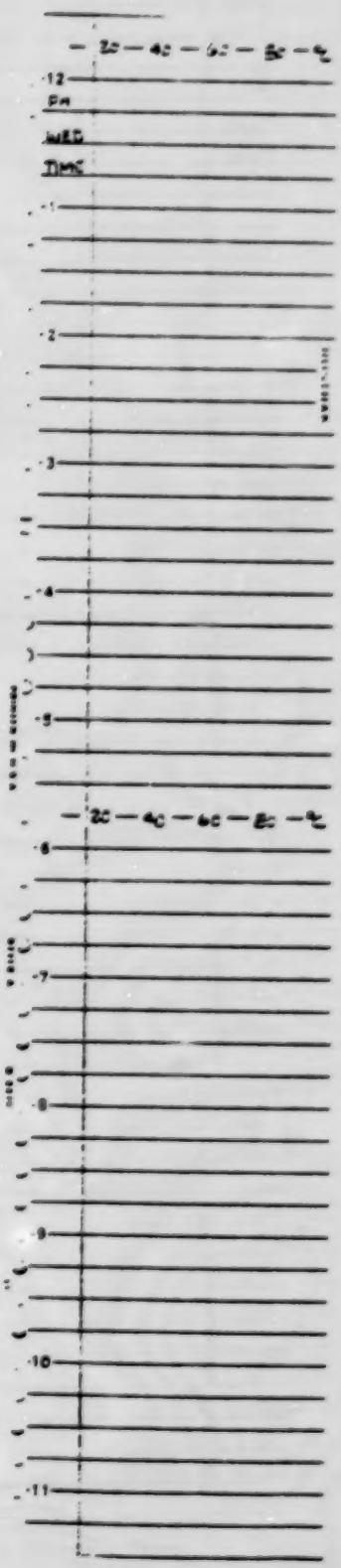
COLD WATER

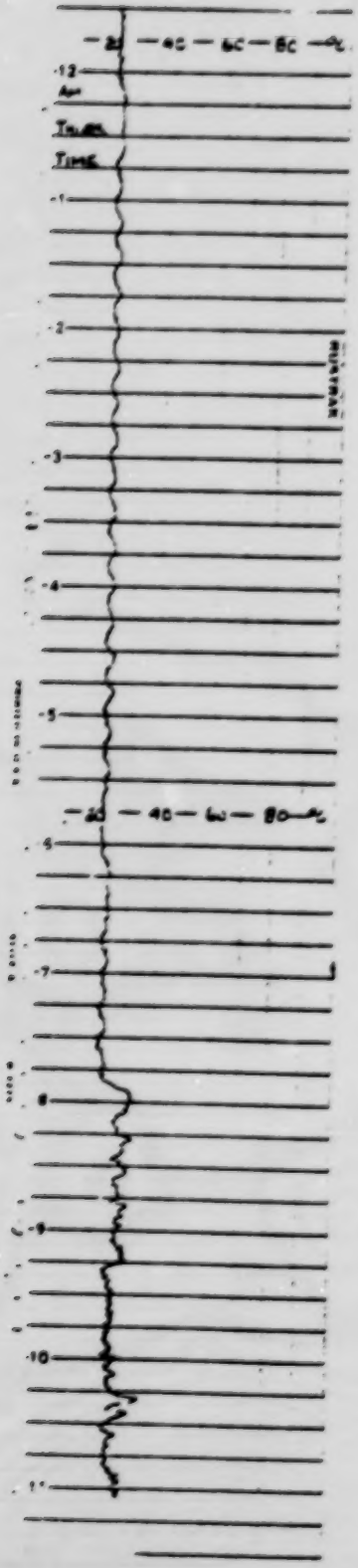


HOSPITAL 300

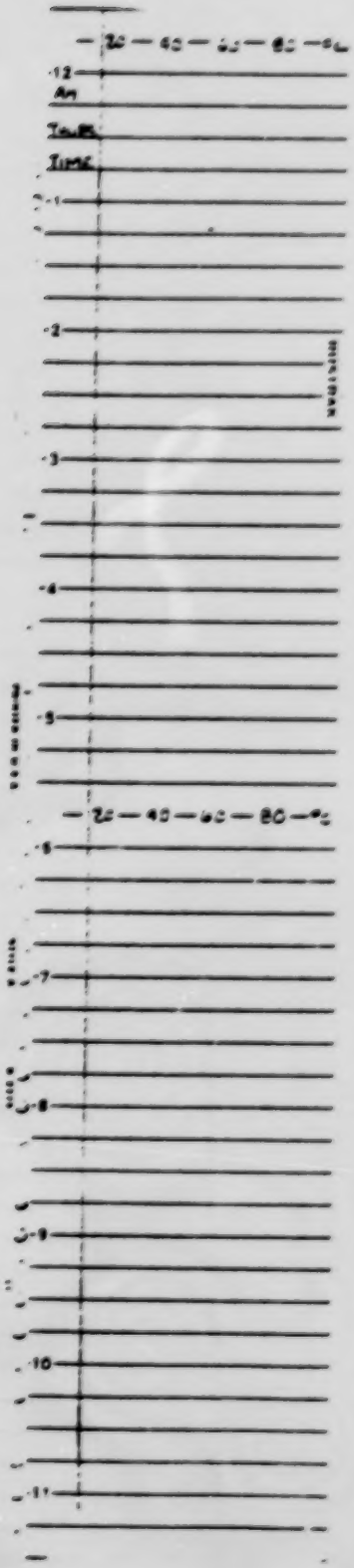
SEWER



COLD WATER

SEWER



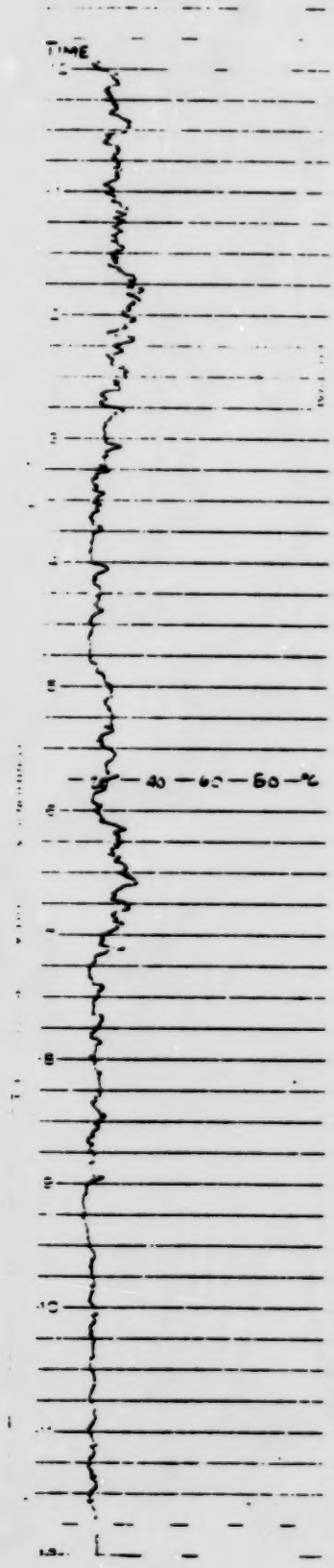
COLD WATER



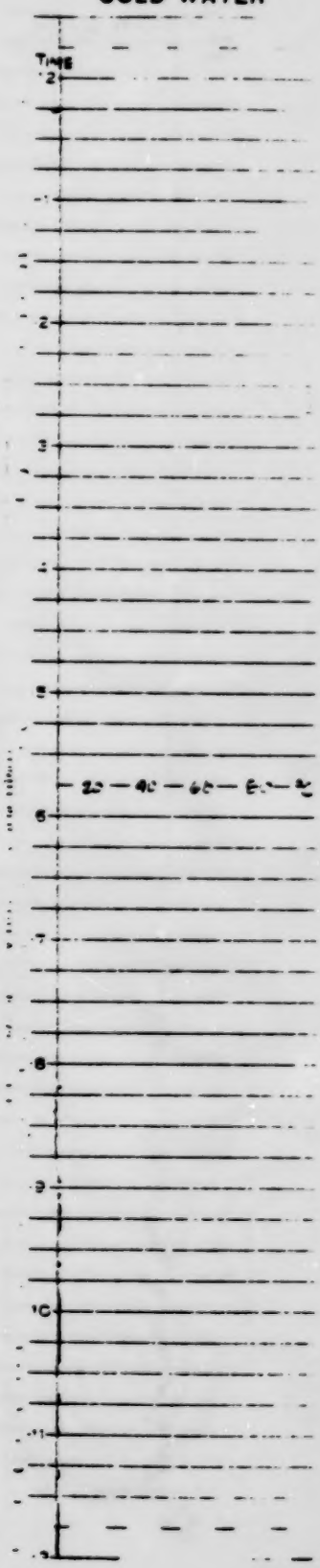
HOSPITAL 300

MAY 26/82 TO JUNE 2/82

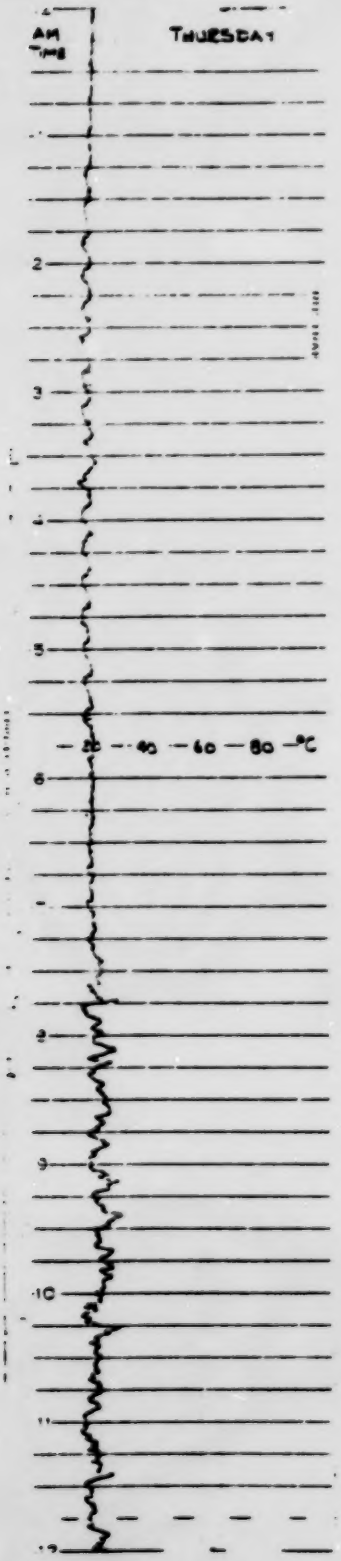
SEWER



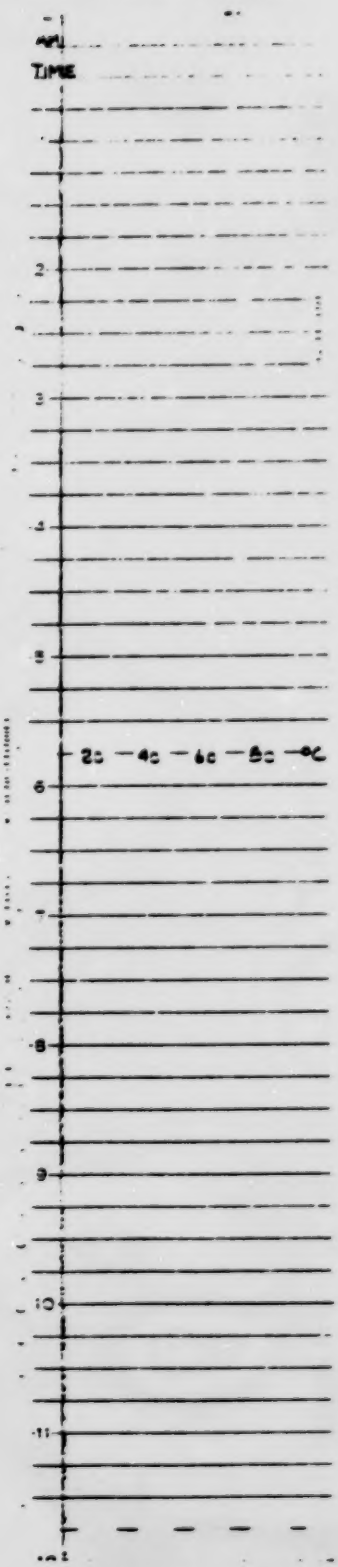
COLD WATER



SEWER

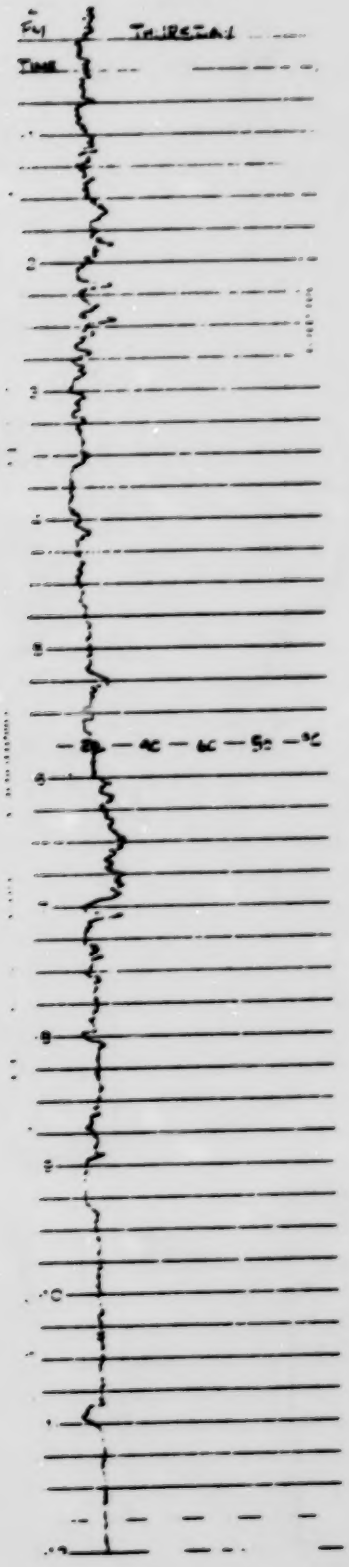


COLD WATER

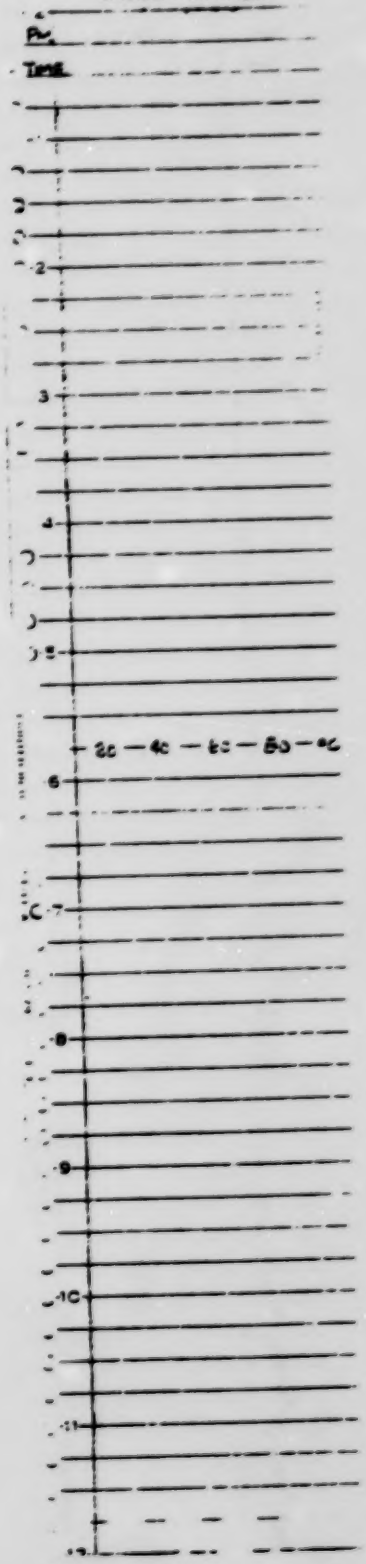


HOSPITAL 300

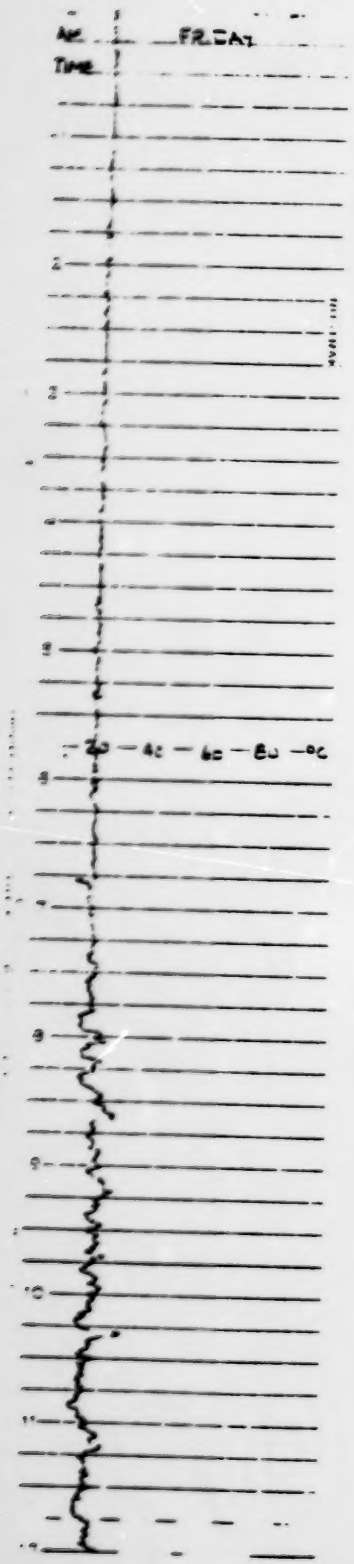
SEWER



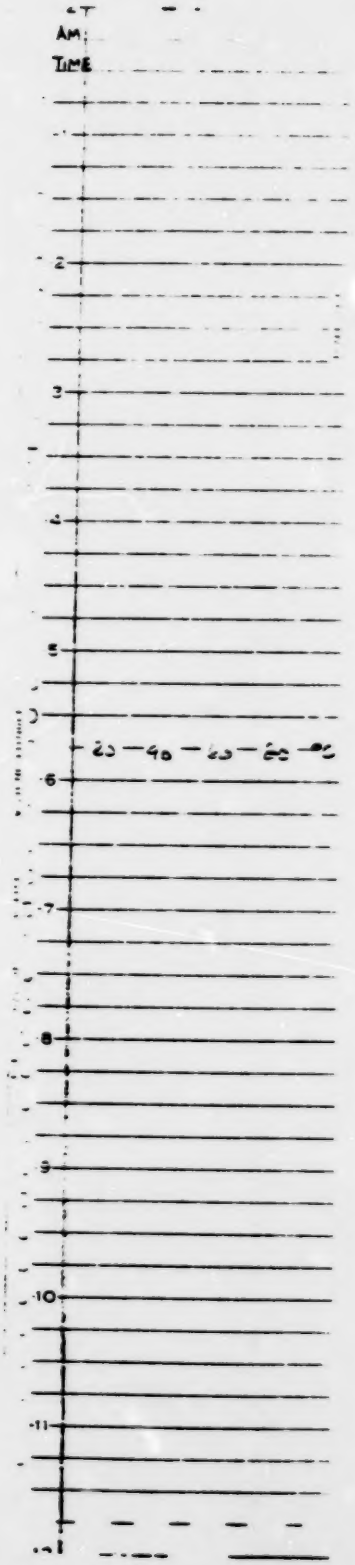
COLD WATER



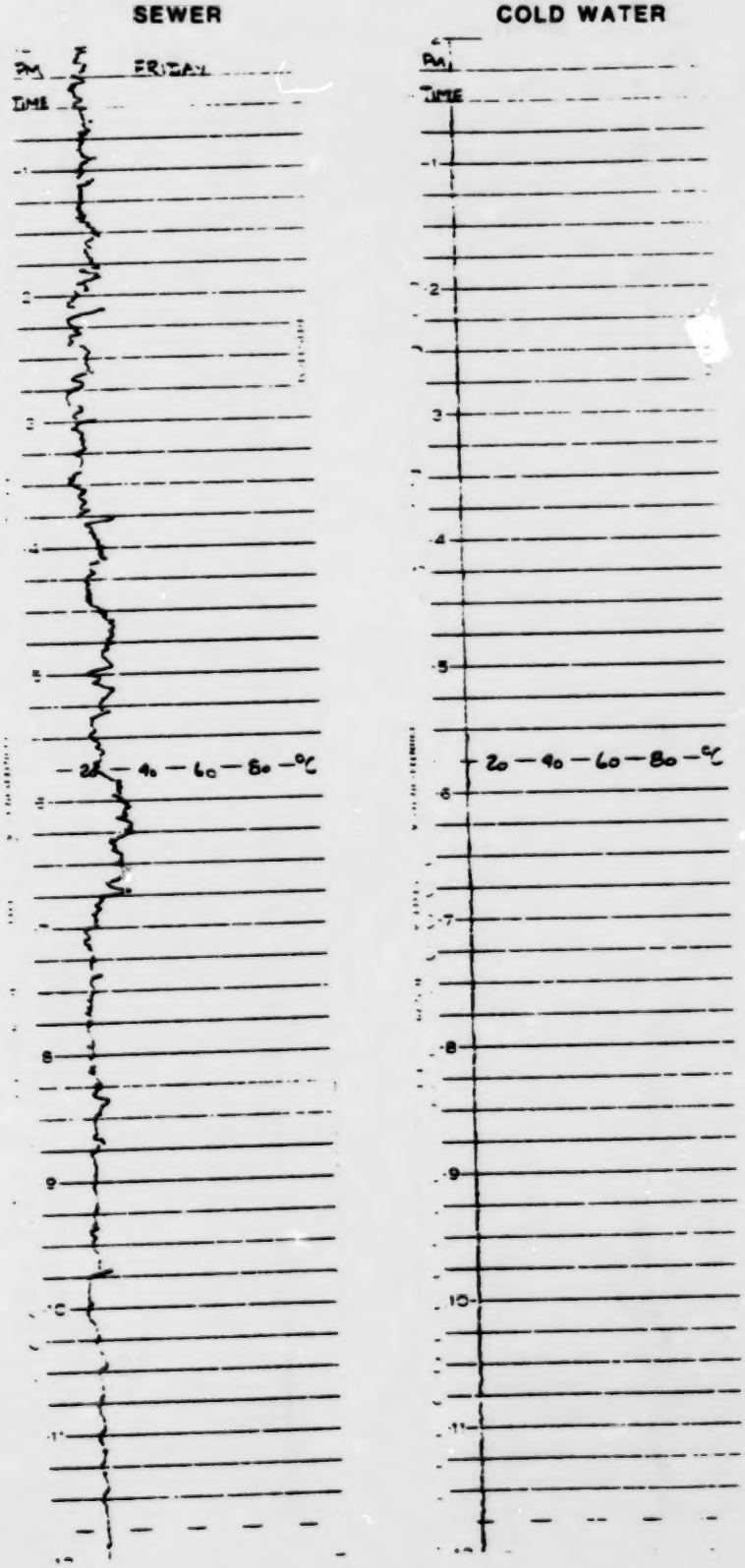
SEWER

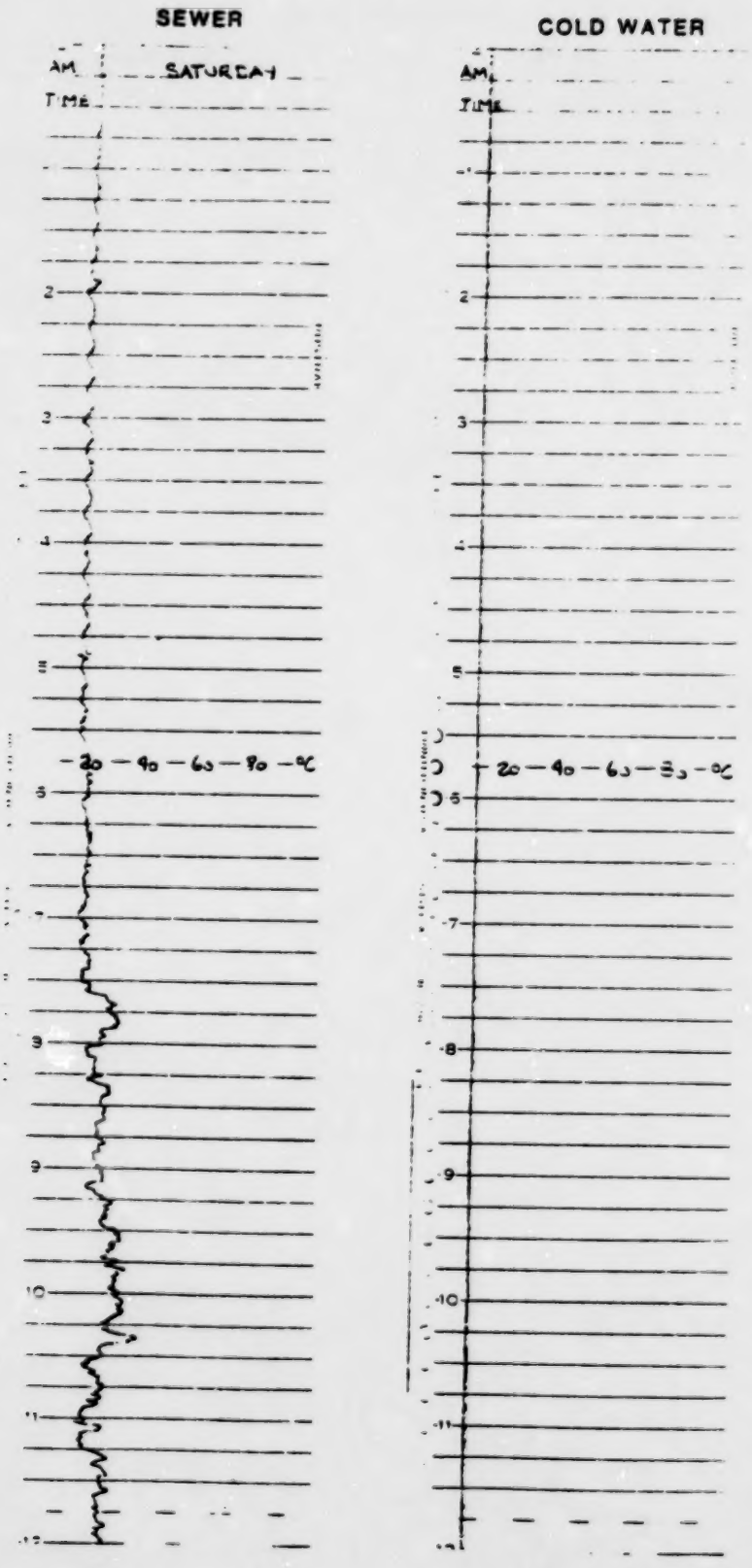


COLD WATER

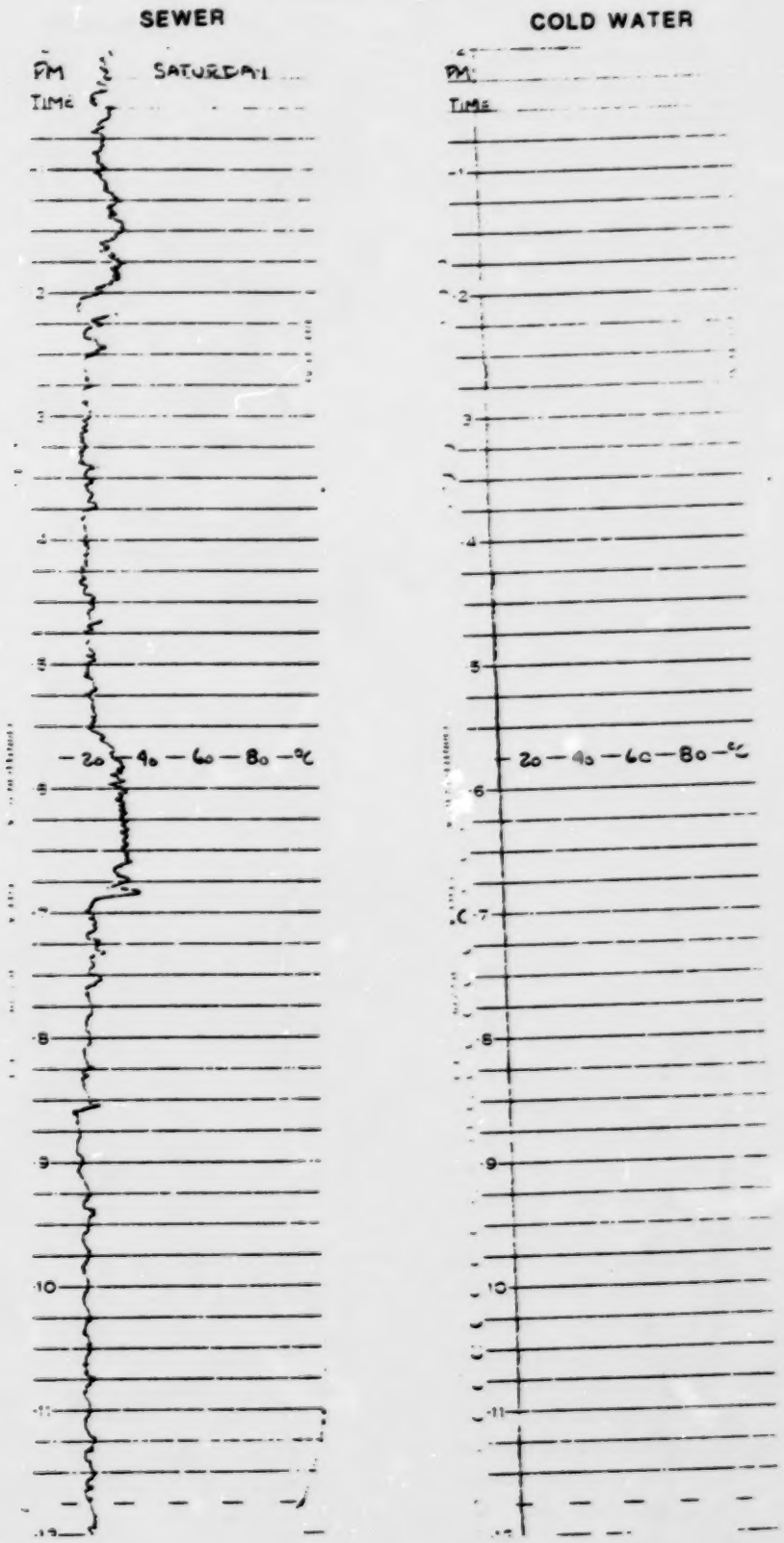


HOSPITAL 300

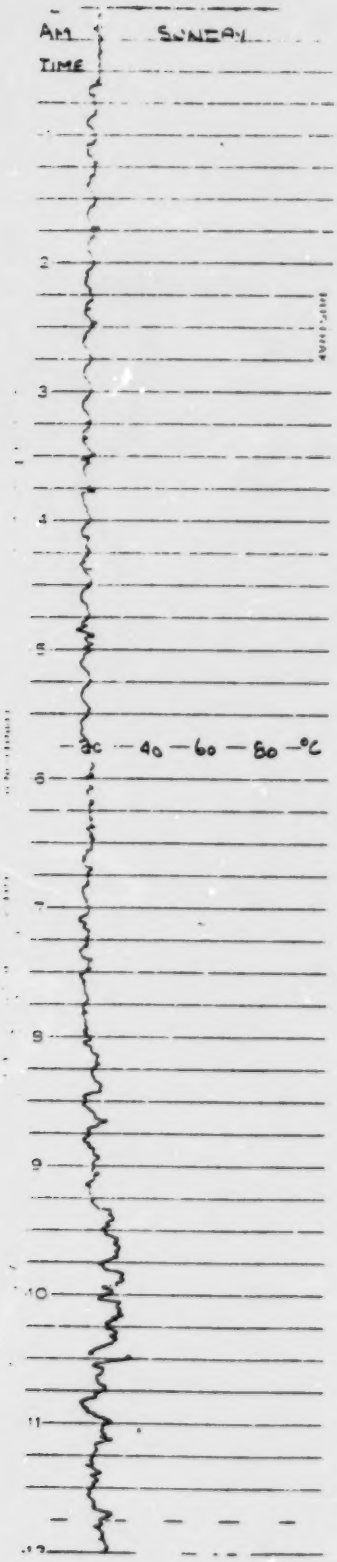



SEWER
AM
SATURDAY
TIME
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
COLD WATER
AM
TIME
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

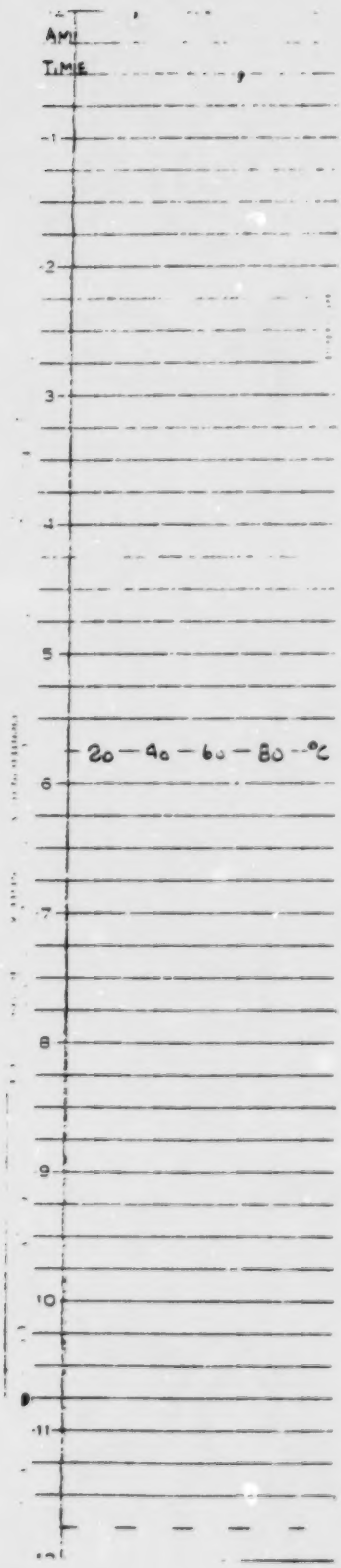
HOSPITAL 300



SEWER

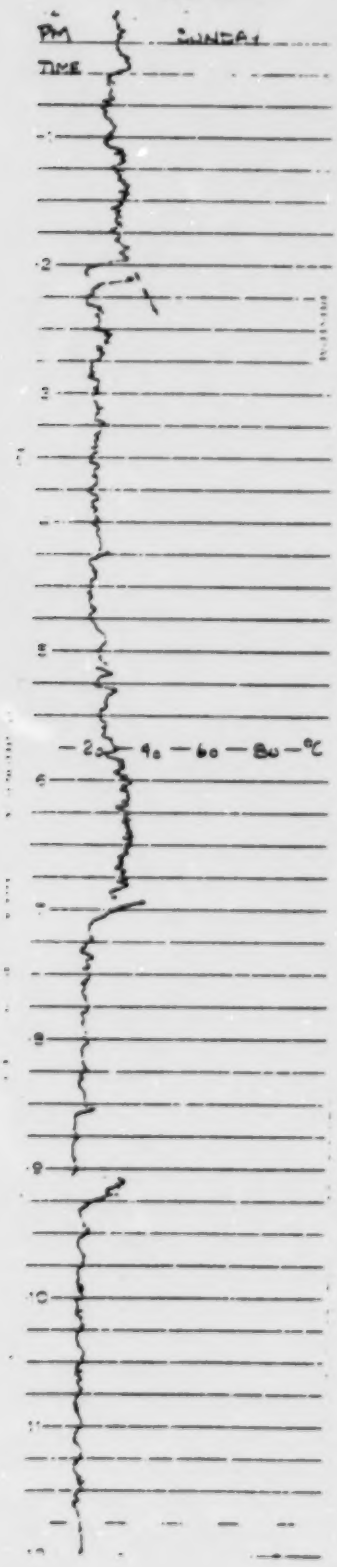


COLD WATER

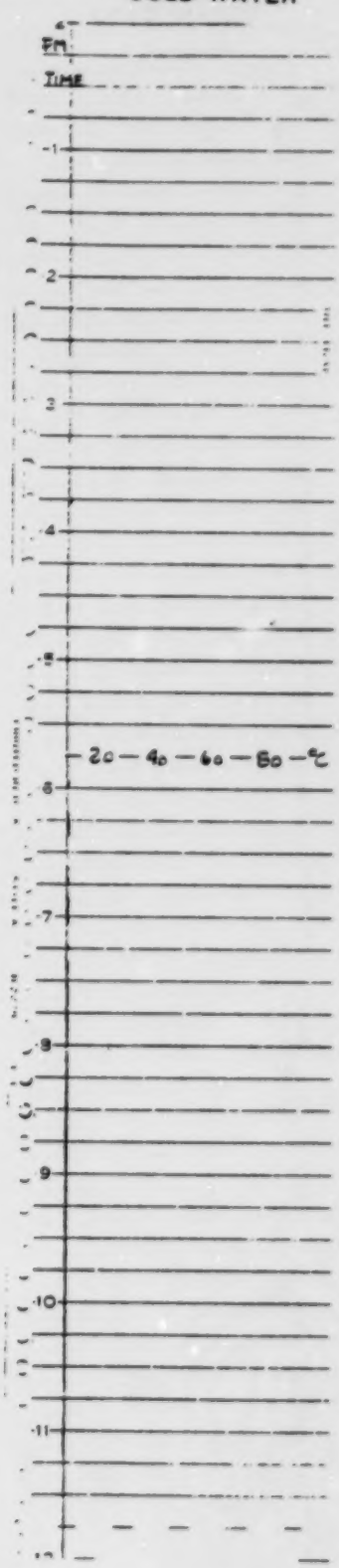


HOSPITAL 300

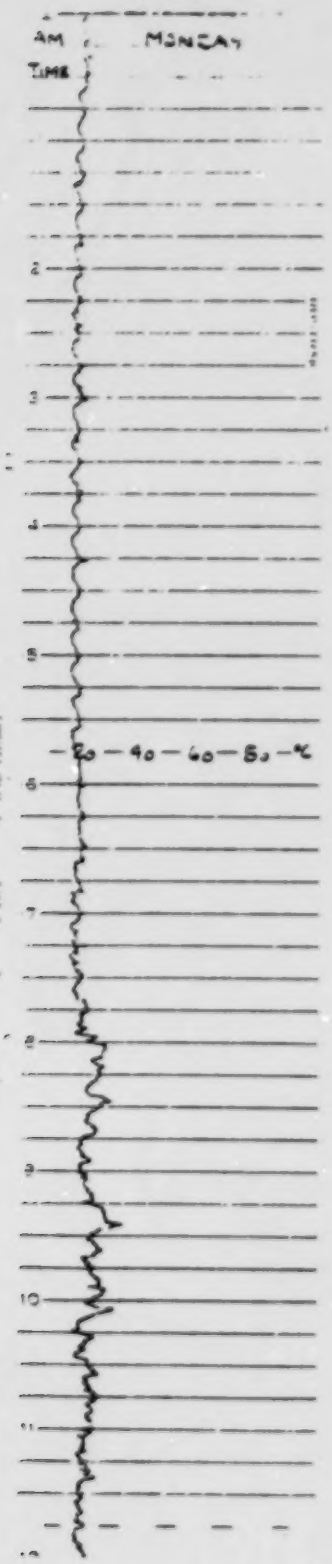
SEWER



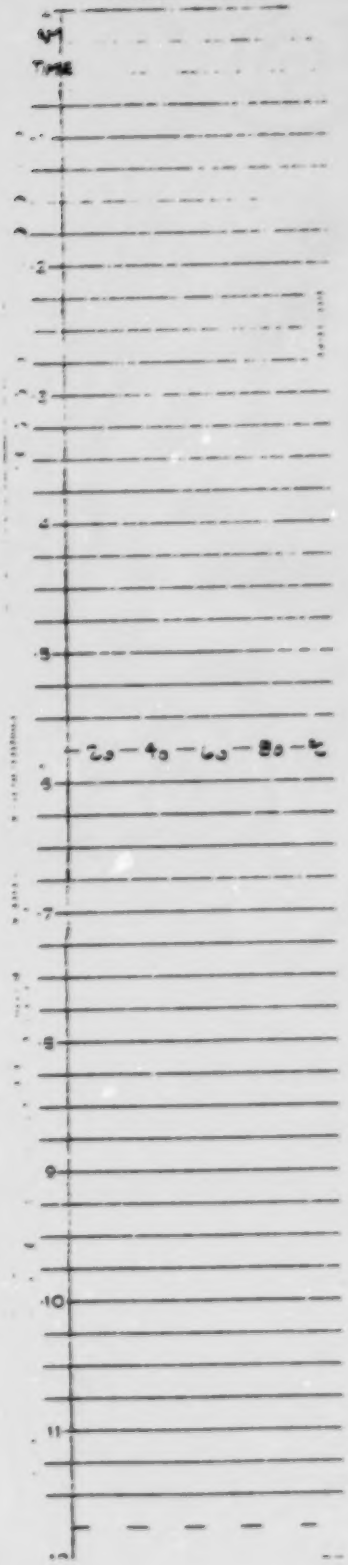
COLD WATER



SEWER

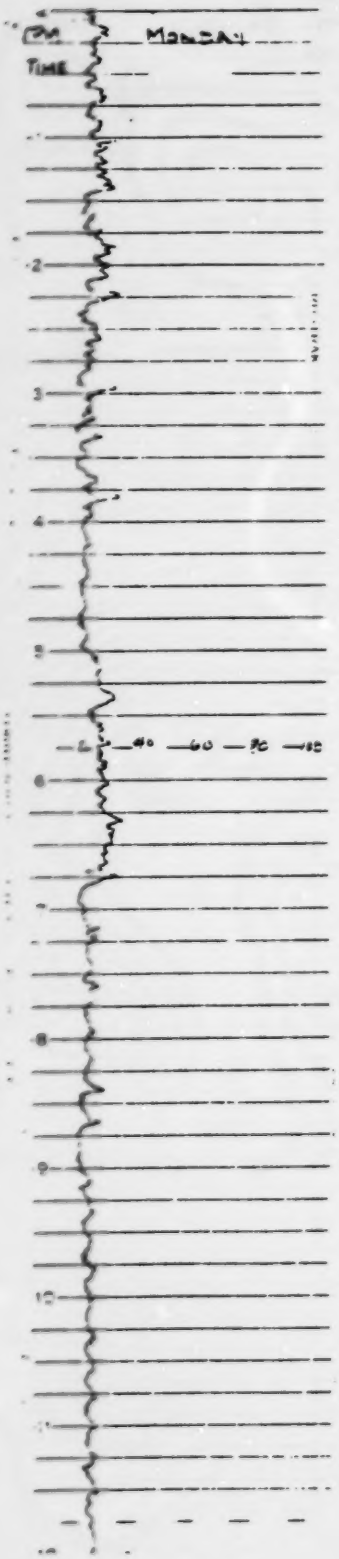


COLD WATER

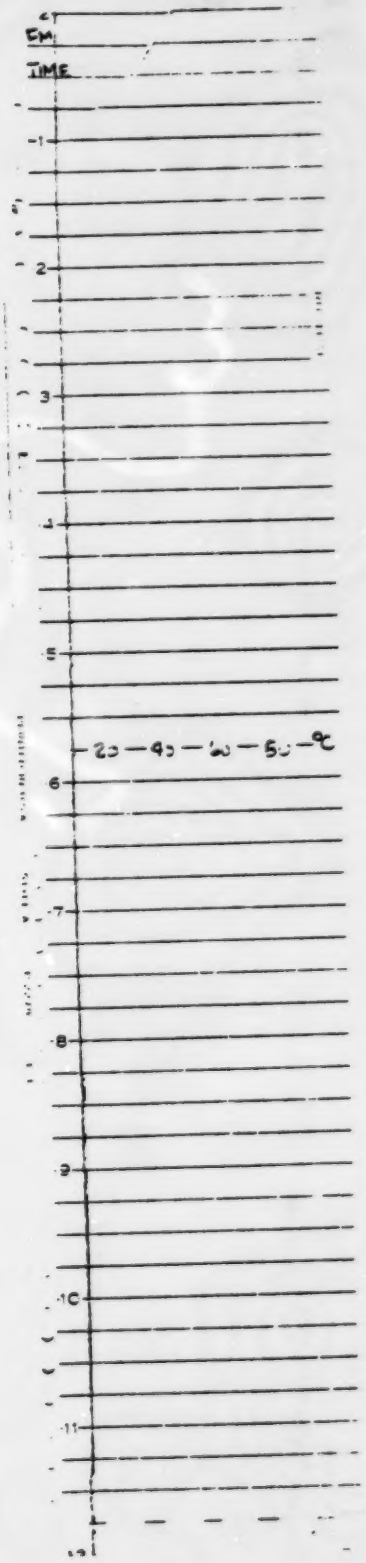


HOSPITAL 300

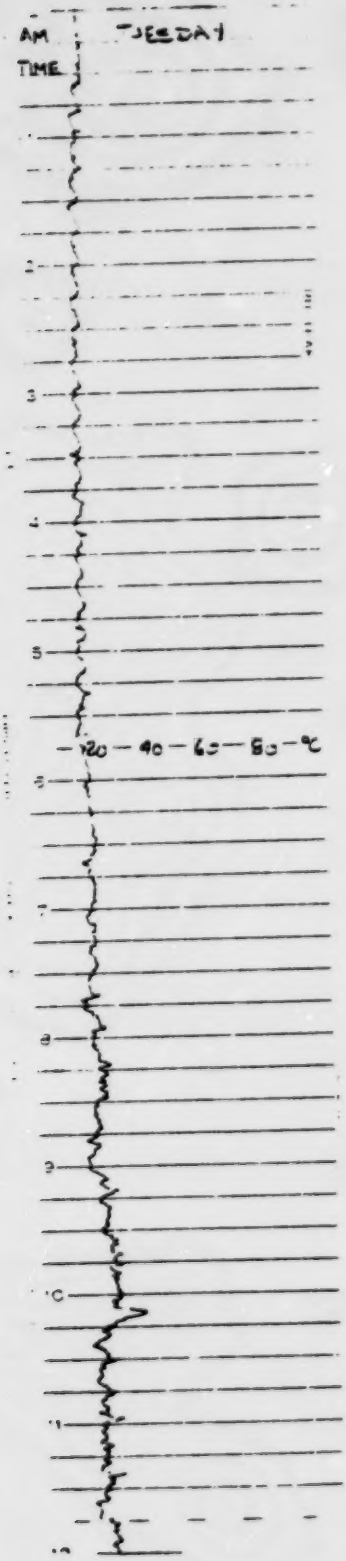
SEWER



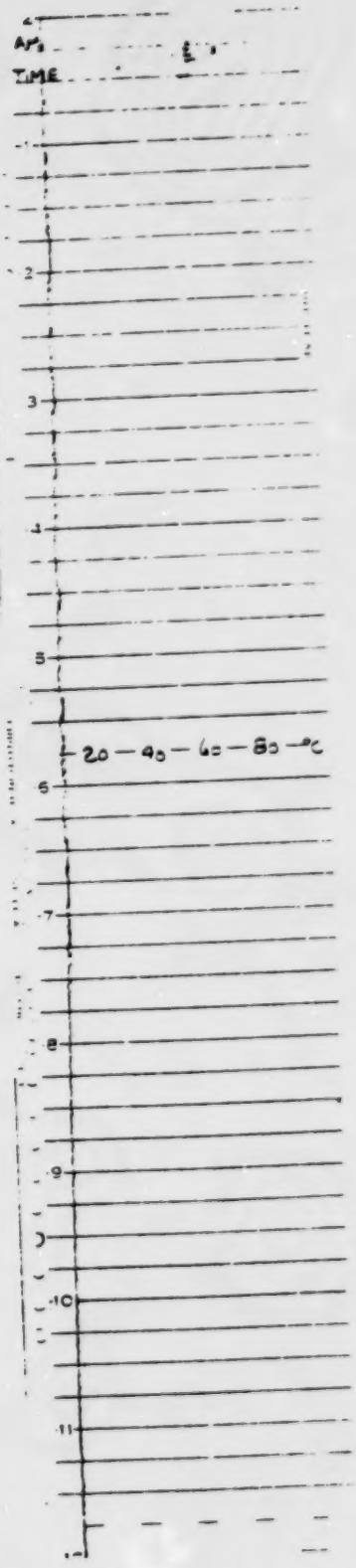
COLD WATER



SEWER

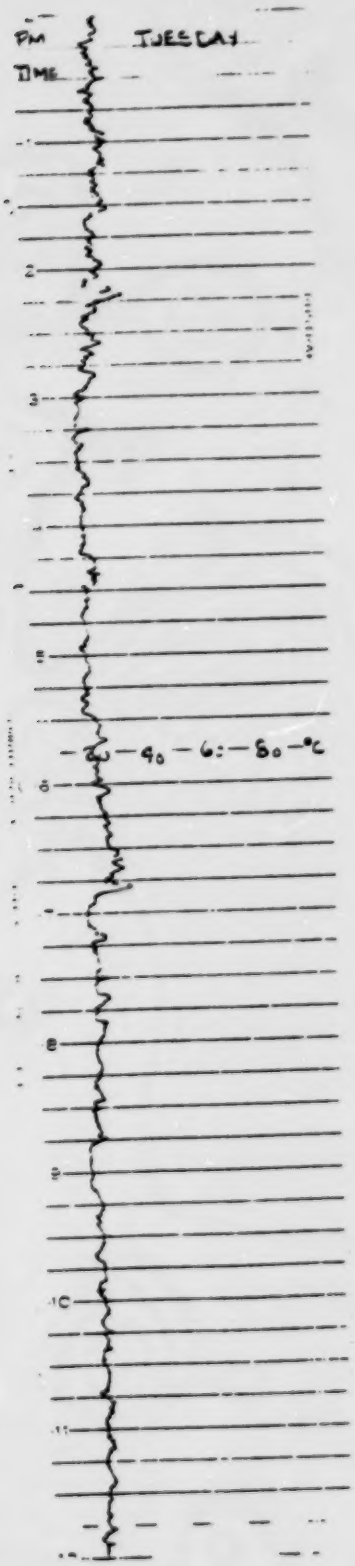


COLD WATER

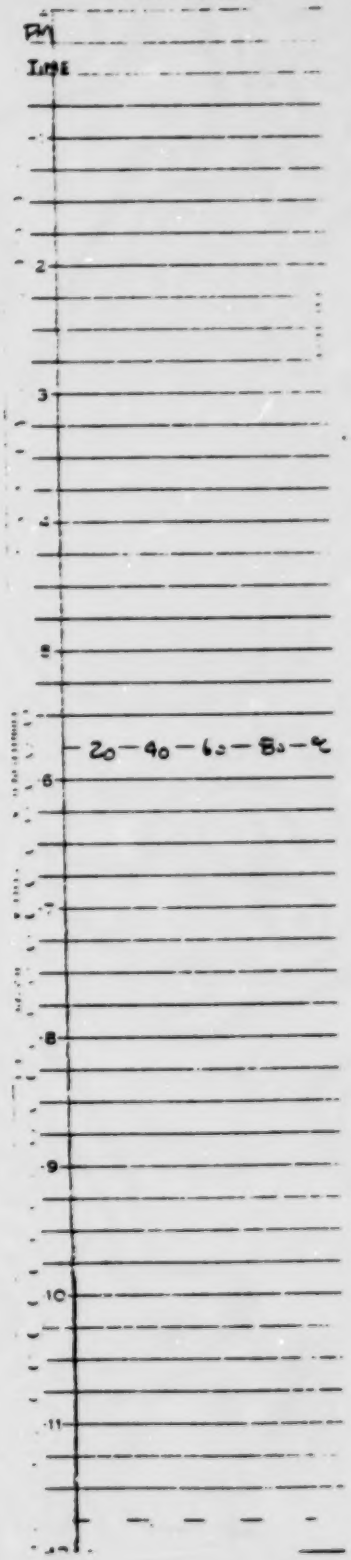


HOSPITAL 300

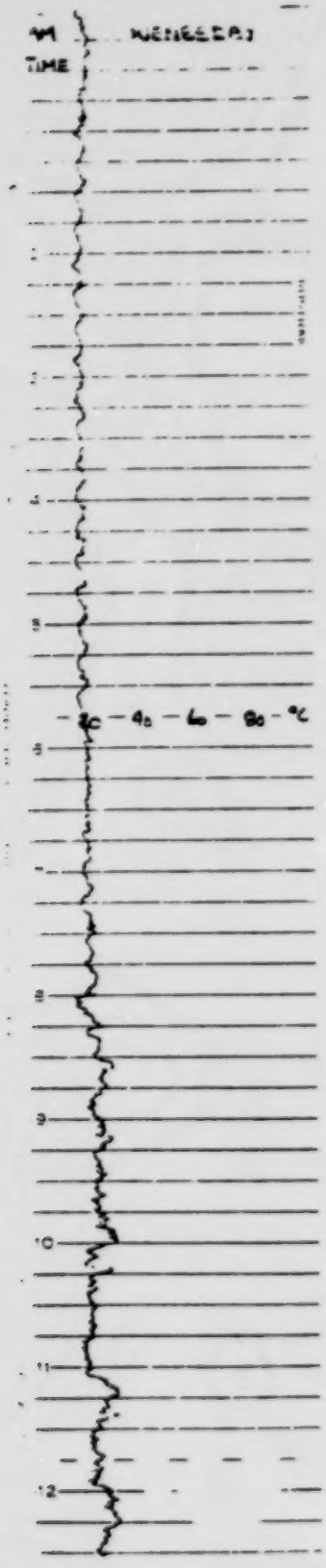
SEWER

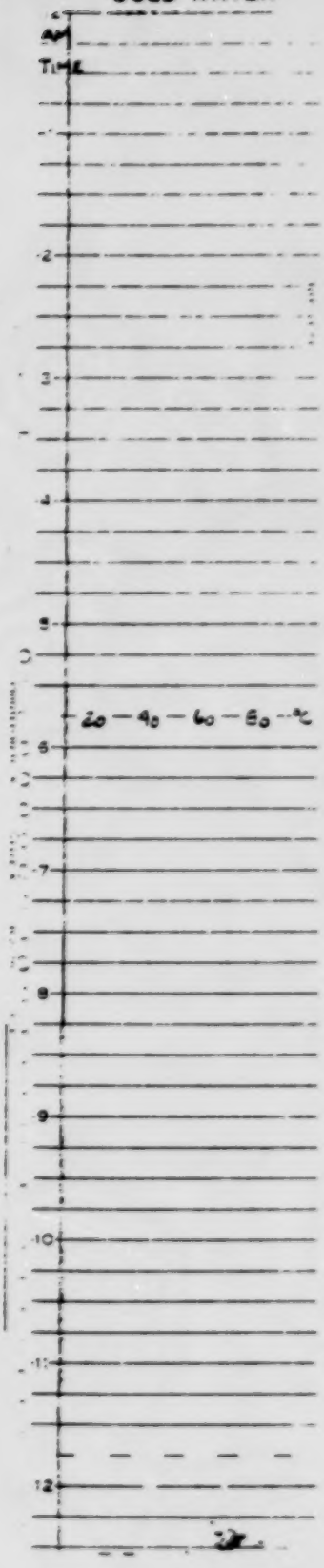


COLD WATER



SEWER



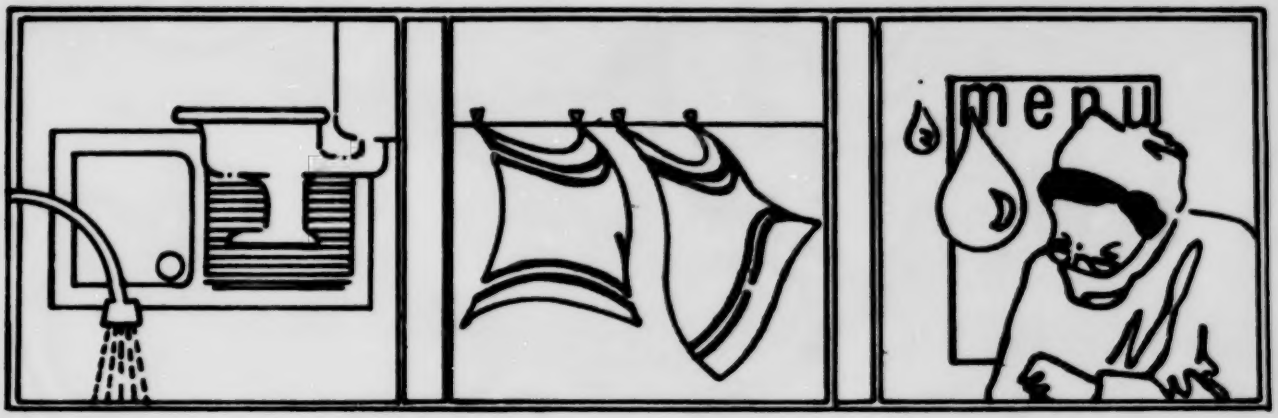
COLD WATER

APPENDIX B

Conversion Forumlas

1 gal/min (gpm)	= .075 L/sec
1 gal	= 4.54 L
1 gal H_2O	= 10 lb H_2O
1 lb H_2O	= .453 kg H_2O
1 Btu	= 1.054×10^{-3} MJ
1 Btu	= 2.929×10^{-4} kWh
1 gal #6 oil	= 153 600 Btu's
1 kWh	= 3 413 Btu
Heat Content	= lb H_2O x t
C° x 9 5 + 32	= °F
F° x 5 9 - 32	= °C

M1

ÉTUDE SUR LA RÉCUPÉRATION DE LA CHALEUR CONTENUE DANS



LES EAUX USÉES D'UN HÔPITAL

Santé et Bien-être social Canada
Health and Welfare Canada

Canada

ÉTUDE SUR LA RÉCUPÉRATION DE LA CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES D'UN HÔPITAL

COMMANDÉE PAR

SANTÉ ET BIEN-ÊTRE SOCIAL CANADA

NUMÉRO DE DOSSIER: 2017-1
DATE: JANVIER 1983

INGÉNIEURS, ARCHITECTES
CONSULTANTS EN GESTION,
PLANIFICATEURS,
SURVEILLANTS

TABLE DES MATIÈRES

		Page
AVANT-PROPOS		1
RÉSUMÉ		2
1.0	OBJET ET PORTÉE	4
2.0	DESCRIPTION DES HÔPITAUX AYANT FAIT L'OBJET DE LA PRÉSENTE ÉTUDE	5
3.0	CALCUL DE LA DEMANDE	5
4.0	CONSOMMATION D'EAU ENREGISTRÉE	6
5.0	TAUX D'OCCUPATION ENREGISTRÉS	6
6.0	CONTRÔLE DE LA DEMANDE EN EAU	14
7.0	CONTRÔLE DES TEMPÉRATURES	16
8.0	ANALYSE DES DONNÉES - QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES	18
9.0	PROPOSITION D'UN SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DE LA CHALEUR	38
10.0	ANALYSE DES COÛTS RELIÉS À L'IMPLANTATION D'UN SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DE LA CHALEUR	42
11.0	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	49

ANNEXE A - Tableaux des températures des eaux usées

ANNEXE B - Formules de conversion

LISTE DES TABLEAUX

		Page
3.1	Demande annuelle totale prévue Hôpital 500	7
3.2	Demande annuelle totale prévue Hôpital 300	10
3.3	Demande annuelle totale prévue Hôpital 100	12
4.1	Consommation mensuelle d'eau enregistrée	13
5.1	Caractéristiques des hôpitaux Taux d'occupation annuels et mensuels	14
8.1a	Quantité de chaleur contenue dans les eaux usées Hôpital 500 Mai 1982 - Évacuation A	21
8.1b	Quantité de chaleur contenue dans les eaux usées Hôpital 500 Mai 1982 - Évacuation B	22
8.1c	Quantité de chaleur contenue dans les eaux usées Hôpital 500 Août 1982 - Évacuation A	23
8.1d	Quantité de chaleur contenue dans les eaux usées Hôpital 500 Août 1982 - Évacuation B	24
8.2a	Quantité de chaleur contenue dans les eaux usées Hôpital 300 Mai 1982	25
8.2b	Quantité de chaleur contenue dans les eaux usées Hôpital 300 Septembre 1982	26
8.3a	Quantité de chaleur contenue dans les eaux usées Hôpital 100 Mai 1982	27
8.3b	Quantité de chaleur contenue dans les eaux usées Hôpital 100 Septembre 1982	28

LISTE DES TABLEAUX (suite)

		Page
8.4a	Interprétation des données graphiques Hôpital 500 Évacuation A	29
8.4b	Interprétation des données graphiques Hôpital 500 Évacuation B	30
8.5	Interprétation des données graphiques Hôpital 300	31
8.6	Interprétation des données graphiques Hôpital 100	32
8.7a	Calcul, sur une base journalière, de la quantité de chaleur contenue dans les eaux usées Hôpital 500	33
8.8	Calcul, sur une base journalière, de la quantité de chaleur contenue dans les eaux usées Hôpital 300	35
8.9	Calcul, sur une base journalière, de la quantité de chaleur contenue dans les eaux usées Hôpital 100	36
8.10	Calcul mensuel de la quantité de chaleur contenue dans les eaux usées	37

AVANT-PROPOS

La présente étude sur la récupération de la chaleur contenue dans les eaux usées (effluent) d'un hôpital a été commandée par la Division de la planification des établissements de santé, Santé et Bien-être social Canada, Ottawa (Ontario), à la suite d'un appel d'offres restreint.

Cette étude a été menée dans le cadre d'un programme visant à identifier les économies d'énergie pouvant être réalisées dans les hôpitaux canadiens par la mise sur pied systématique de programmes de planification, de conception et d'exploitation.

La plupart des données contenues dans le présent document ont été recueillies dans trois hôpitaux choisis de la province du Nouveau-Brunswick. Nous remercions de façon particulière l'administration et le personnel de ces hôpitaux ainsi que le ministère provincial de la Santé pour leur grande collaboration.

Nous voudrions également souligner la participation à la préparation de ce document de M. S.T. Morawski, ingénieur, Division de la planification des établissements de santé, Santé et Bien-être social Canada, et le remercier pour son aide et ses précieux conseils.

RÉSUMÉ

OBJET

La présente étude a pour objet d'évaluer la faisabilité d'un projet de récupération de la chaleur contenue dans les eaux usées des hôpitaux canadiens et de proposer un système de récupération d'énergie utilisant du matériel actuellement disponible sur le marché ainsi que du matériel et des techniques plus perfectionnés.

PORTÉE

L'étude comportait quatre étapes: cueillette des données sur place, analyses et calculs techniques, proposition d'un système de récupération d'énergie, analyse des coûts. Les données ont été recueillies dans trois hôpitaux du Nouveau-Brunswick, un comptant 519 lits (hôpital 500), un autre 289 lits (hôpital 300), et un dernier 102 lits (hôpital 100).

RÉSULTATS

Les résultats de l'étude mené sur une base journalière et mensuelle sont résumés au tableau 8.10, qui indique la quantité de chaleur récupérable annuellement pour chacun des hôpitaux en cause.

BILAN SOMMAIRE

	HÔPITAL 500	HÔPITAL 300	HÔPITAL 100
Quantité totale de chaleur théoriquement récupérable par année	11 156 000 MJ	8 989 000 MJ	3 065 000 MJ
Coût d'immobilisation du système de pompe à chaleur	$ 164 000	$ 142 000	$ 74 000
Économie annuelle de vapeur	$ 90 200	$ 60 600	$ 20 661
Coût annuel d'exploitation	$ 47 800	$ 36 800	$ 14 578
Période d'amortissement (Ratio simple)	3,9 ans	6,0 ans	12,2 ans

CONCLUSION

D'après les données recueillies dans les trois hôpitaux qui ont fait l'objet de l'étude, la récupération de la chaleur contenue dans les eaux usées est économiquement rentable dans le cas de l'hôpital 500; toutefois, dans le cas des deux autres hôpitaux, la rentabilité est marginale.

La rentabilité d'un tel système de récupération d'énergie pourrait probablement être accrue dans le cas d'un nouvel hôpital, si, à cette fin, le bâtiment était doté d'un système distinct de collecte des eaux usées provenant des appareils sanitaires consommant de l'eau chaude. Ainsi, la température de l'effluent serait plus élevée et il ne serait pas nécessaire de doter le système de récupération d'un circuit de dérivation des matières solides.

1.0 OBJET ET PORTÉE

1.1 Objet

La présente étude a pour objet d'évaluer la faisabilité d'un projet de récupération de la chaleur contenue dans les eaux usées des hôpitaux canadiens et de proposer un système de récupération d'énergie utilisant du matériel actuellement disponible sur le marché ainsi que du matériel et des techniques plus perfectionnés.

1.2 Portée

L'étude comportait quatre étapes: cueillette des données sur place, analyses et calculs techniques, proposition d'un système de récupération d'énergie, analyse des coûts.

Les données ont été recueillies dans trois hôpitaux, dont on trouvera une brève description à la section 2. La portée est la suivante:

a) identification des besoins en eau domestique et calcul de la demande en eau froide et en eau chaude par département et par système;

b) détermination de la consommation mensuelle d'eau froide pour une période d'un an;

c) détermination du taux mensuel d'occupation de l'hôpital, y compris le personnel de garde, pour une période d'un an;

d) mesure, sur place, de la consommation réelle d'eau froide pour une période de sept (7) jours, les lectures étant prises toutes les heures, vingt-quatre heures par jour;

e) mesure, sur place, de la température réelle de l'eau froide d'alimentation entrant dans le bâtiment et de la température réelle des eaux usées sortant du bâtiment, pour une période de sept (7) jours, comme dans le cas de la mesure de la consommation d'eau froide;

f) reprise des mêmes mesures, dans tous les hôpitaux, pendant les mois d'été, afin d'établir une base de calcul permettant de déterminer la quantité annuelle de chaleur contenue dans les eaux usées;

g) calcul sur une base horaire, journalière, mensuelle et annuelle, de la quantité de chaleur pouvant être extraite des eaux usées;

h) proposition d'un système de récupération de chaleur;

i) préparation d'une analyse des coûts relatifs à l'installation et à l'exploitation du système proposé, y compris les coûts d'immobilisation, le coût annuel d'exploitation et la période d'amortissement;

j) préparation d'un rapport contenant les données recueillies sur place, des analyses et des calculs techniques, une description du système proposé et une analyse des coûts et avantages.

2.0 DESCRIPTION DES HÔPITAUX AYANT FAIT L'OBJET DE LA PRÉSENTE ÉTUDE

2.1 Hôpital 500 - Hôpital régional, ouvert en 1975, comptant 519 lits, et comprenant un laboratoire régional et une buanderie régionale. La buanderie est dotée d'un système de récupération d'énergie permettant d'extraire la chaleur contenue dans l'effluent et de l'utiliser pour le préchauffage de l'eau chaude domestique.

2.2 Hôpital 300 - Hôpital régional ouvert en 1974, comptant 289 lits et une buanderie.

2.3 Hôpital 100 - Hôpital communautaire ouvert en 1966, comptant 102 lits et une buanderie.

3.0 CALCUL DE LA DEMANDE

3.1 Méthode

La demande totale, ainsi que la demande en eau chaude et en eau froide pour les différents départements, ont été calculées de la façon suivante.

On a d'abord attribué à chaque appareil sanitaire de chacun des départements un facteur d'évacuation exprimé en unités de débit, selon la norme ASHRAE (Fundamental Handbook, 1977, chapitre 32).

On a ensuite déterminé la demande totale pour chaque département au moyen de la courbe Unités de débit/Demande qu'on trouve également dans la norme ASHRAE, au chapitre 32.

Puis on a réparti la consommation réelle mesurée pour tout l'hôpital suivant la demande relative de chacun des départements.

Consommation réelle mesurée (par heure, par jour, etc.) x $\frac{\text{Demande calculée par dépt.}}{\text{Demande totale calculée pour tous les départements}}$ = Consommation par dépt.

Pour calculer la demande en eau chaude et en eau froide, on a attribué un facteur d'évacuation à chaque appareil d'un département donné, toujours selon la norme ASHRAE (Fundamental Handbook 1977), la demande en eau chaude et la demande en eau froide correspondant aux trois-quarts (¾) de la demande totale prévue pour les appareils utilisant de l'eau chaude et de l'eau froide.

On a enfin divisé la consommation d'eau par département, en consommation d'eau chaude et en consommation d'eau froide, de la façon suivante: demande (gal./min) en eau chaude ou froide, selon le cas, par rapport à la demande totale en eau chaude et en eau froide.

Consommation d'eau chaude = consommation totale par département x $\frac{\text{demande (gal/min) en eau chaude}}{\text{demande en eau chaude + demande en eau froide}}$

De la même façon:

consommation d'eau froide = consommation totale par département x $\frac{\text{demande en eau froide}}{\text{demande en eau chaude + demande en eau froide}}$

La consommation totale et la consommation d'eau chaude et d'eau froide par département, pour les trois hôpitaux, sont indiquées aux tableaux 3.1, 3.2 et 3.3 du présent document.

4.0 CONSOMMATION D'EAU ENREGISTRÉE

La consommation totale mensuelle enregistrée pour les trois hôpitaux est indiquée au tableau 4.1.

5.0 TAUX D'OCCUPATION ENREGISTRÉS

Les taux mensuels d'occupation (patients) enregistrés pour les trois hôpitaux sont indiqués au tableau 5.1. Dans le cas du personnel de garde, les heures-personnes ne sont pas calculées sur une base mensuelle.

TABLEAU 3.1a

DEMANDE ANNUELLE TOTALE PRÉVUE

HÔPITAL 500

Département	Nombre total d'unités de débit par département	Demande (L/s) par département	% de la demande totale	Consommation annuelle par département (1000 L)	Demande en eau chaude		Consommation annuelle d'eau chaude (1000 L)	Demande en eau froide		Consommation annuelle d'eau froide (1000 L)
					Unités de débit	L/s		Unités de débit	L/s	
Niveau 1 - Laboratoires régionaux	111,5	3,5	3,1	5 150,3	52	2,2	2 098,3	94	3,2	3 052,0
Consultations externes	91	3,1	2,8	4 651,9	32	1,5	1 585,9	81	2,9	3 066,0
Unité de soins intensifs	290,5	6,8	6,1	10 134,4	75	2,8	3 051,2	266	6,5	7 083,2
Admission	161	4,3	3,9	6 479,4	36	1,7	1 866,9	69	4,2	4 612,5
Salle d'opération	83	3,0	2,6	4 319,6	41	1,9	1 784,2	70	2,7	2 535,4
Radiologie d'urgence	280,5	6,7	6,1	10 134,4	78	2,8	3 338,4	255	5,7	6 796,0
Niveau 2 - Physiothérapie	177,5	4,5	4,0	6 645,5	37	1,7	1 852,0	165	4,4	4 793,5
Unité de soins pour maladee aigus et psychiatrie	156,5	4,3	3,9	6 479,4	39	1,8	1 976,8	143	4,1	4 502,6
Gériatrie	93	3,1	2,8	4 651,9	27	1,4	1 385,7	96	3,3	3 266,2
Bureaux	54,5	2,3	2,0	3 322,8	8	0,4	511,2	52	2,2	2 811,6

TABLEAU 3.1a (suite)

DEMANDE ANNUELLE TOTALE PRÉVUE

HÔPITAL 500

Département	Nombre total d'unités de débit par département	Demande (L/s) par département	% de la demande totale	Consommation annuelle par département (1000 L)	Demande en eau chaude		Consommation annuelle d'eau chaude (1000 L)	Demande en eau froide		Consommation annuelle d'eau froide (1000 L)
					Unités de débit	L/s		Unités de débit	L/s	
Magasin	67,5	2,7	2,4	3 987,3	24	1,1	1 218,3	60	2,5	2 769,0
Cuisine	117,5	3,6	3,3	5 482,6	90	3,2	3 248,9	52	2,2	2 233,7
Niveau 3 - Médecine et chirurgie	328,5	7,1	6,4	10 632,8	87		3 127,3	300	7,2	7 505,5
Pédiatrie	107,5	3,4	3,1	5 150,3	33		1 681,7	97	3,3	3 468,6
Salle d'accouchement	156,5	3,5	3,1	5 150,3	51	2,1	2 207,3	139,625	4,0	2 943,0
Médecine et chirurgie	334	7,6	6,8	11 297,4	92	3,1	3 400,2	303,25	7,2	7 897,2
Obstétrique	168	4,4	4,0	6 645,5	59	2,5	2 517,2	148,5	4,1	4 128,3
Médecine et chirurgie (2)	210	5,1	4,6	7 642,4	61	2,5	2 653,6	189,75	4,7	4 988,8
Niveau 4 - Médecine et chirurgie (1)	296,5	6,8	6,1	10 134,4	80	2,9	3 061,4	269,875	6,7	7 073,0
Médecine et chirurgie	299,5	6,8	6,1	10 134,4	80	2,9	3 061,4	272,875	6,7	7 073,0
Soins prolongés (1)	153,5	4,2	3,7	6 147,1	42	1,9	1 979,6	139,625	4,0	4 167,5

TABLEAU 3.1a (suite)

DEMANDE ANNUELLE TOTALE PRÉVUE

HÔPITAL 500

Département	Nombre total d'unités de débit par département	Demande (L/s) par département	% de la demande totale	Consommation annuelle par département (1000 L)	Demande en eau chaude		Consommation annuelle d'eau chaude (1000 L)	Demande en eau froide		Consommation annuelle d'eau froide (1000 L)
					Unités de débit	L/s		Unités de débit	L/s	
Soins prolongés (2)	163	4,4	3,9	6 479,4	43	1,9	2 018,2	148,75	4,2	4 461,2
Médecine et chirurgie (2)	205,5	5,0	4,5	7 476,2	57	2,5	2 595,9	185,375	4,7	4 880,3
Médecine et chirurgie (3)	207	5,0	4,5	7 476,2	59	2,5	2 560,3	187,5	4,8	4 915,9
TOTAUX	4 313,5	111,2		166 138,1						

*Année financière 1980-1981

TABLEAU 3.2

DEMANDE ANNUELLE TOTALE PRÉVUE

HÔPITAL 300

Département	Nombre total d'unités de débit par département	Demande (L/s) par département	% de la demande totale	Consommation annuelle par département (1000 L)	Demande en eau chaude		Consommation annuelle d'eau chaude (1000 L)	Demande en eau froide		Consommation annuelle d'eau froide (1000 L)
					Unités de débit	L/s		Unités de débit	L/s	
Radiologie	70,25	2,7	4	4 885,6	17	0,9	1 256,3	65	2,6	3 629,3
Service social	9	0,6	,98	1 196,9	2	0,2	340,0	8	0,5	854,9
Urgence	63,25	2,6	4	4 885,6	36	1,7	1 887,6	66	2,7	2 998,0
Polyclinique	42,5	1,9	3	3 664,2	15	0,9	1 177,8	39	1,9	2 486,4
Physiothérapie et ergothérapie	56,75	2,3	3,7	4 519,2	22	1,1	1 506,4	49	2,2	3 012,8
Laboratoires	63,75	2,6	4	4 885,6	34	1,7	1 767,1	52	3,0	3 118,5
Unité de soins intensifs	20	1,1	1,7	2 076,4	10	0,6	346,1	16	3,0	1 730,3
Annexes et dépendances	54	2,3	3,6	4 397,1	11	0,6	732,9	51	3,0	3 664,3
Salle d'opération	155,75	4,2	6,7	8 183,4	63	2,5	3 196,6	135	3,9	4 986,8
Administration	33	1,5	2,4	2 931,4	7	0,4	617,1	31	1,5	2 314,3
Annexes et dépendances	26,42	1,3	2,1	2 564,9	14	0,8	603,5	64	2,6	1 961,4
Pharmacie	13,75	0,7	1,1	1 343,5	6	0,3	403,1	12	0,7	940,5

TABLEAU 3.2 (suite)

DEMANDE ANNUELLE TOTALE PRÉVUE

HÔPITAL 500

Département	Nombre total d'unités de débit par département	Demande (L/s) par département	% de la demande totale	Consommation annuelle par département (1000 L)	Demande en eau chaude		Consommation annuelle d'eau chaude (1000 L)	Demande en eau froide		Consommation annuelle d'eau froide (1000 L)
					Unités de débit	L/s		Unités de débit	L/s	
Magasin (fournitures stériles)	45,75	2,0	3,3	4 030,6	13	0,8	1 194,3	41	1,9	2 840,3
Service d'entretien ménager	19,5	1,1	1,7	2 076,4	3	0,2	498,3	18	1,0	1 578,1
Locaux réservés au personnel	48,5	2,9	4,7	5 740,6	11	0,6	1 324,8	45	2,0	4 415,8
Cuisine	36,75	1,8	2,9	3 542,1	22	1,1	1 558,5	29	1,4	1 983,6
Pouponnière et salle d'accouchement	107	3,4	5,5	6 717,7	44	2,0	2 583,7	92	3,2	4 134,0
Obstétrique et gynécologie	264	4,3	11,0	13 435,4	76	2,1	4 550,7	239	4,1	8 884,7
Pédiatrie	161	4,3	6,0	7 328,4	48	2,1	2 482,2	145	4,1	4846,2
Médecine et chirurgie	1 012,25	15,8	25,6	31 267,9	316	7,2	10 279,9	906	14,7	20 988,0
TOTAUX	2 302,17	61,8		122 914,7						

*Année financière 1980-1981

TABLEAU 3.3

DEMANDE ANNUELLE TOTALE PRÉVUE

HÔPITAL 500

Département	Nombre total d'unités de débit par département	Demande (L/s) par département	% de la demande totale	Consommation annuelle par département (1000 L)	Demande en eau chaude		Consommation annuelle d'eau chaude (1000 L)	Demande en eau froide		Consommation annuelle d'eau froide (1000 L)
					Unités de débit	L/s		Unités de débit	L/s	
Rez-de-chaussée	163	4,4	28,2	8 827,3	62	2,6	3 477,2	143	4,0	5 350,1
Premier étage	276	5,3	33,9	10 611,5	99	3,3	3 979,3	243	5,5	6 632,2
Deuxième étage	173	4,5	29,2	9 140,3	58	2,4	3 323,7	154	4,2	5 816,6
Sous-sol	27	1,4	8,7	2 723,3	5	0,4	640,7	25	1,3	2 082,6
TOTAUX	639	15,6		31,302,4						

*Année financière 1980-1981

TABLEAU 4.1

CONSOMMATION MENSUELLE D'EAU
(1000 L)

1980-1981	Hôpital 500	Hôpital 300	Hôpital 100
Avril	12 883	9 162	2 250
Mai	12 883	3 717	2 271
Juin	12 883	12 303	2 413
Juillet	14 255	9 000	2 504
Août	14 255	18 819	3 144
Septembre	14 255	8 073	3 183
Octobre	14 761	9 351	2 831
Novembre	14 761	11 426	2 540
Décembre	14 761	12 821	2 221
Janvier	12 919	9 000	2 538
Février	12 919	9 000	2 574
Mars	12 919	9 000	2 860

TABLEAU 5.1

CARACTÉRISTIQUES DES HÔPITAUX
TAUX ANNUELS ET MENSUELS D'OCCUPATION

Hôpital	Nombre de lits	Surface (pi^2)	Nombre annuel d'heures-personnes (personnel)	Taux annuel d'occupation	Consommation annuelle d'eau (1000 L)
Hôpital 500	519	39 219	2 001 077	86,3 (1980-81)	164 454
Hôpital 300	289	21 375	1 411 911	92,48	121 672
Hôpital 100	102	6 863	321 511	66,4	31 329

Hôpital

	500 Jours d'hospitalisation/ mois		300 Jours d'hospitalisation/ mois		100 Jours d'hospitalisation/ mois	
Mois	1980-81	1981-82	1980-81	1981-82	1981	1982
Avril	10 816	10 807	8 749	8 637	2 061	1 965
Mai	11 451	11 252	9 270	8 726	2 084	1 967
Juin	10 734	10 301	8 678	8 364	1 879	2 062
Juillet	9 964	10 304	8 273	8 002	1 695	1 350
Août	10 304	10 109	7 849	8 260	1 642	1 187
Sept.	10 744	10 791	6 801	8 931	2 051	1 789
Octobre	10 975	11 495	10 020	9 365	1 771	2 202
Nov.	11 234	11 233	8 973	9 450	1 657	2 238
Déc.	10 627	9 895	8 190	8 421	1 465	1 803
Janvier	11 352	11 528	8 848	11 167	2 139	2 221
Février	10 316	10 690	8 037	6 908	2 078	2 076
Mars	11 660	11 879	9 096	9 657	2 041	2 273

6.0 CONTRÔLE DE LA DEMANDE

Méthode

Les lectures ont été prises et enregistrées manuellement chaque jour, pendant sept (7) jours consécutifs. De plus, pour que le relevé puisse couvrir une période de vingt-quatre (24) heures, on a utilisé la méthode suivante:

On a placé devant le compteur-totalisateur une caméra Minolta XL400 dotée d'un intervallomètre incorporé permettant de prendre une image toutes les 60 secondes. Tout près du compteur, on a placé une horloge à affichage numérique de façon que chaque image puisse montrer les indications du compteur et l'heure.

De cette façon on a pu enregistrer les lectures toutes les heures et, en même temps, évaluer la quantité d'eau consommée.

Les données enregistrées dans les trois hôpitaux sont indiquées aux tableaux 8.1, 8.2 et 8.3.

7.0 CONTRÔLE DES TEMPÉRATURES

On a utilisé des enregistreurs Rustrak, modèle 2155A, du type à déroulement, pour contrôler de façon continue la température de l'eau d'alimentation et la température des eaux usées. Il a fallu utiliser deux enregistreurs dans le cas de l'hôpital 500 parce que le bâtiment est desservi par deux canalisations d'évacuation qui se rejoignent dans un regard situé à une bonne distance du bâtiment.

Les appareils utilisés étaient des appareils Rustrak, de modèle 2155A, 115 V, de séries 306414, 306415 et 306416. Ces appareils avaient été étalonnés par le Conseil de la recherche et de la productivité du Nouveau-Brunswick.

La vitesse de défilement du papier-diagramme des enregistreurs était de 1 pouce à l'heure, et la sonde de mesure, en acier inoxydable, du type J, à couple thermo-électrique, était étalonnée de 0° C à 100° C.

Pour pouvoir contrôler la température de l'eau froide d'alimentation, on a inséré la sonde à l'intérieur de la chemise calorifuge du branchement, tout près de la conduite principale d'aqueduc, la chemise recouvrant entièrement la sonde. Les températures enregistrées sur le papier-diagramme ont été vérifiées au moyen d'un thermomètre étalon à cadran.

À l'hôpital 300, la température des eaux usées a été mesurée au moyen d'un appareil enregistreur placé dans le regard de nettoyage principal, à la sortie du bâtiment.

À l'hôpital 100, on a installé l'appareil enregistreur dans le regard situé immédiatement à l'extérieur du mur de fondation.

À l'hôpital 500, on a utilisé deux appareils enregistreurs, un pour chaque canalisation d'évacuation desservant le bâtiment. Une fois la période de contrôle de sept jours terminée, on a laissé les deux appareils enregistreurs sur les canalisations d'évacuation à la sortie du bâtiment, puis on a installé l'appareil enregistreur de la température de l'eau d'alimentation dans le regard où les deux canalisations d'évacuation se rejoignent, à l'extérieur du bâtiment. Ainsi, on a pu enregistrer simultanément la température des eaux usées dans chacune des canalisations d'évacuation, à la sortie du bâtiment, et la température de celles-ci au point de rencontre des deux canalisations. L'analyse des trois relevés a démontré que la température des eaux usées au point de rencontre des deux canalisations d'évacuation était égale à la moyenne des deux températures distinctes mesurées à la sortie du bâtiment.

D'après ces données, on a pu établir que le débit dans chacune des canalisations d'évacuation était à peu près le même. Des crêtes de température de courte durée ont indiqué que le débit était quelquefois plus fort dans la canalisation desservant la cuisine, au cours des premières heures de la journée.

On peut trouver à l'annexe A les diagrammes d'enregistrement des températures (pour les trois hôpitaux).

8.0 ANALYSE DES DONNÉES - QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES

Pour déterminer la quantité de chaleur contenue dans les eaux usées des hôpitaux, on a utilisé la méthode suivante.

On a d'abord déterminé la différence entre la température de l'eau froide d'alimentation et la température des eaux usées en soustrayant la première de la dernière, afin d'évaluer la quantité d'énergie emmagasinée par l'eau à la traversée du réseau. Il est évident qu'avec un système de récupération d'énergie avec pompe à chaleur, la température des eaux usées à la sortie pourrait être inférieure à celle de l'eau d'alimentation. Toutefois, dans le calcul de la différence réelle de température, il faut tenir compte de la différence de température dans des conditions où la température des eaux usées est supérieure à celle de l'eau d'alimentation.

Puisque la température de l'eau froide d'alimentation est relativement stable, le calcul de la quantité de chaleur extraite des eaux usées, pour que leur température se situe sous celle de l'eau d'alimentation, se fait par simple addition de cette nouvelle différence de température à la différence de température déjà calculée pour un réseau sans récupérateur de chaleur.

Pour pouvoir calculer la quantité de chaleur supplémentaire théoriquement récupérable avec un tel système, on a limité à 5° C la température la plus basse des eaux usées à la sortie du récupérateur, le point de consigne du limiteur de basse température étant réglé à environ 3° C.

Le gain de chaleur (quantité de chaleur supplémentaire) possible résultant du refroidissement des eaux usées, jusqu'à ce que la température de celles-ci se situe sous celle de l'eau d'alimentation, est calculé aux tableaux 8.4a, 8.4b, 8.5 et 8.6.

La quantité totale (quantité de chaleur contenue et quantité de chaleur supplémentaire) de chaleur contenue dans les eaux usées et théoriquement récupérable est indiquée aux tableaux 8.1a, 8.1b, 8.1c, 8.1d, 8.2a, 8.2b, 8.3a et 8.3b.

Pour déterminer la quantité horaire de chaleur contenue dans les eaux usées et théoriquement récupérable, on a multiplié la consommation horaire mesurée par la différence de température moyenne correspondante, pour chaque heure de chaque journée de la période d'observation. Ces résultats sont donnés aux tableaux 8.1, 8.2 et 8.3. Les tableaux 8.4, 8.5 et 8.6 portent sur l'interprétation des données graphiques.

Pour déterminer la quantité journalière de chaleur contenue dans les eaux usées et théoriquement récupérable, on a multiplié la consommation journalière mesurée par la différence de température calculée, pour chaque jour du reste de la période d'observation. Comme la différence de température horaire moyenne ne reflète pas les variations de débit qui peuvent survenir au cours d'une période d'une heure, on a donc établi une différence de température équivalente en additionnant toutes les quantités horaires de chaleur calculées pour une journée, puis en divisant la quantité journalière de chaleur théoriquement récupérable ainsi obtenue par la consommation journalière.

$$\text{Différence de température équivalente} = \frac{\text{Somme des quantités horaires de chaleur/jour}}{\text{Consommation journalière totale}}$$

On a par la suite utilisé cette différence de température équivalente pour compléter le calcul de la quantité journalière de chaleur contenue dans les eaux usées, basée sur la consommation journalière mesurée. On a ensuite calculé la quantité supplémentaire de chaleur théoriquement récupérable des eaux usées lorsque la température de celles-ci est abaissée, au moyen d'un système de récupération de chaleur, sous la température de l'eau d'alimentation (la température la plus basse étant limitée à 5° C) et on l'a ajouté à la quantité calculée de chaleur théoriquement récupérable des eaux usées lorsque la température de celles-ci est supérieure à la température de l'eau d'alimentation. Les données sont indiquées aux tableaux 8.7, 8.8 et 8.9.

Pour calculer la quantité mensuelle de chaleur contenue dans les eaux usées et théoriquement récupérable, on a utilisé la différence de température équivalente obtenue de chaque groupe de données pour la période de six (6) mois au cours de laquelle les lectures ont été prises, et la quantité de chaleur supplémentaire résultant de l'abaissement de la température des eaux usées sous celle de l'eau d'alimentation. Les résultats sont donnés au tableau 8.10.

Enfin, pour connaître la quantité annuelle de chaleur contenue dans les eaux usées, on a fait la somme des quantités mensuelles calculées.

TABLEAU 8.1a

QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES ÉVACUATION A - MAI 1982 HÔPITAL 500

Période de référence	Diff. de temp.(t) °C	Consommation kg $H_2°$	Quantité de chaleur MJ	kWh	L (Mazout (n°6)
2400-0100	6	3 696,8	92,8	25,8	2,6
0100-0200	6	3 447,3	86,5	24,0	2,4
0200-0300	6	3 447,3	86,5	24,0	2,4
0300-0400	6	3 492,7	87,7	24,4	2,5
0400-0500	8	6 894,7	230,7	64,1	6,5
0500-0600	8	3 583,4	119,9	33,3	3,4
0600-0700	8	5 488,5	183,6	51,1	5,2
0700-0800	10	6 872,0	287,4	79,9	8,1
0800-0900	11	20 049,0	922,4	256,4	25,9
0900-1000	14	15 422,3	903,1	251,0	25,4
1000-1100	20	20 003,6	1 673,3	465,2	47,0
1100-1200	20	21 001,5	1 756,8	488,4	49,3
1200-1300	16	16 556,3	1 108,0	308,0	31,1
1300-1400	15	18 710,9	1 173,9	326,3	33,0
1400-1500	18	14 379 0	1 082,5	300,9	30,4
1500-1600	15	11 929,6	748,4	208,1	21,0
1600-1700	9	9 398,5	353,4	98,2	9,9
1700-1800	11	9 570,9	440,3	122,4	12,4
1800-1900	16	13 313,1	890,9	247,7	25,0
1900-2000	12	9 684,3	486,1	135,1	13,6
2000-2100	10	10 273,9	429,7	119,5	12,1
2100-2200	10	10 523,5	440,2	122,4	12,4
2200-2300	10	5 942,1	248,5	69,1	7,0
2300-2400	10	9 820,4	410,7	114,2	11,5
Total partiel		253 492,6 (kg H_2O)	14 243,3 (MJ)	3 956,0 (kWh)	400,1 (L)
t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 5°C		253 492,6 (kg H_2O)	5 303,1 (MJ)	1 473,0	149,0
			19 546,4	5 429,1	549,1

Total pour une période de 24 heures

Quantité horaire moyenne de chaleur contenue dans les eaux usées: 814,4 MJ

TABLEAU 8.1b

QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES ÉVACUATION B - MAI 1982 HÔPITAL 500

Période de référence	Diff. de temp.(t) °C	Consommation kg H_2°	Quantité de chaleur MJ	kWh	L (Mazout n°6)
2400-0100	14	3 696,8	216,5	60	6,1
0100-0200	12	3 447,3	168,2	47	4,8
0200-0300	11	3 447,3	144,2	40	4,1
0300-0400	12	3 492,7	160,7	44,5	4,5
0400-0500	12	6 894,7	317,2	88	8,9
0500-0600	12	3 583,4	179,9	50	5,0
0600-0700	12	5 488,5	275,5	76,5	7,7
0700-0800	14	6 872,0	402,4	112	11,3
0800-0900	14	20 049,0	1 173,9	326,5	31,8
0900-1000	14	15 422,3	903,1	251	25,2
1000-1100	12	20 003,6	1 004,0	279	28,2
1100-1200	12	21 001,5	1 054,1	293	29,5
1200-1300	12	16 556,3	831,0	231	23,4
1300-1400	10	18 710,9	782,6	217,5	22,7
1400-1500	12	14 379,0	721,7	200,5	20,5
1500-1600	10	11 929,6	499,0	138,5	14,1
1600-1700	10	9 398,5	392,7	109	10,9
1700-1800	9	9 570,9	360,3	100	10,2
1800-1900	10	13 313,1	556,8	155	15,7
1900-2000	10	9 684,3	405,1	112,5	11,4
2000-2100	12	10 273,9	501,3	139,5	14,1
2100-2200	12	10 523,5	513,5	142,5	14,3
2200-2300	12	5 942,1	289,9	80,5	8,2
2300-2400	14	9 820,4	575,0	160	16,1
Total partiel		253 492,6 (kg H_2O)	12 428,6 (MJ)	3 452,0 (kWh)	349,1 (L)
t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 5°C		253 492,6 (kg H_2O)	5 303,1 (MJ)	1 473,0	149,0
			17 731,7	4 925,0	498,1

Total pour une période de 24 heures

Quantité horaire moyenne de chaleur contenue dans les eaux usées: 738,8 MJ

TABLEAU 8.1c

QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES ÉVACUATION A - AOÛT - SEPT. 1982 HÔPITAL 500

Période de référence	Diff. de temp.(t) °C	Consommation kg H_2*	Quantité de chaleur MJ	kWh	L (Mazout n°6)
2400-0100	8	4 290	143,6	39,9	4,0
0100-0200	8	4 290	143,6	39,9	4,0
0200-0300	8	4 789	161,4	44,9	4,5
0300-0400	8	3 792	126,9	35,3	3,5
0400-0500	8	4 111	160,3	44,5	4,5
0500-0600	8	4 240	141,9	39,4	3,9
(0600-0700)	(9)	(4 706)	(157,5)	(43,7)	(4,3)
0700-0800	14	9 828	570,9	158,7	15,9
0800-0900	3	18 309	229,7	63,9	6,4
0900-1000	14	17 311	1 005,6	279,6	28,0
1000-1100	14	19 805	1 150,5	319,5	32,0
1100-1200	13	17 760	965,7	269,4	26,8
1200-1300	12	21 802	1 094,2	304,2	30,4
1300-1400	12	20 804	1 044,1	290,3	29,0
1400-1500	12	21 303	1 069,2	297,2	29,7
1500-1600	16	12 821	858,0	238,5	23,8
1600-1700	10	17 262	721,9	200,7	20,1
1700-1800	12	14 268	716,1	199,1	19,9
1800-1900	12	10 826	543,4	151,0	15,1
2000-2100	12	11 325	568,4	158,0	15,8
2100-2200	7	13 320	390,0	108,4	10,8
2200-2300	11	6 785	312,2	86,8	8,7
2300-2400	10	5 236	219,1	60,9	6,1
Total partiel		320 806 (kg H_2O)	13 237,9 (MJ)	3 677,1 (kWh)	371,8 (L)
t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 9°C		320 806 (kg H_2O)	11 903,1 (MJ)	3 306,3	334,4
			25 141,0	6 983,4	706,2

Total pour une période de 24 heures

Quantité horaire moyenne de chaleur contenue dans les eaux usées:
1 047,5 MJ

TABLEAU 8.1d

QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES
ÉVACUATION B - AOÛT - SEPT. 1982
HÔPITAL 500

Période de référence	Diff. de temp.(t) °C	Consommation kg $H_2°$	Quantité de chaleur MJ	kWh	L (Mazout n°6)
2400-0100	8	4 290	143,5	39,9	4,0
0100-0200	8	4 290	143,6	39,9	4,0
0200-0300	9	4 789	180,3	50,1	5,1
0300-0400	8	3 792	126,9	35,3	3,6
0400-0500	8	4 111	160,3	44,5	4,5
0500-0600	8	4 240	141,9	39,4	3,9
(0600-0700)	(8)	(4 240)	(141,9)	(39,4)	(3,9)
0700-0800	7	9 828	287,7	79,9	8,1
0800-0900	6	18 309	459,4	127,7	12,9
0900-1000	5	17 311	362,0	100,6	10,2
1000-1100	4	19 805	331,3	92,1	9,3
1100-1200	4	17 760	294,6	82,6	8,3
1200-1300	4	21 802	361,6	101,4	10,2
1300-1400	4	20 804	345,1	96,7	9,8
1400-1500	2	21 303	176,7	49,5	4,9
1500-1600	6	12 821	319,0	89,4	9,0
1600-1700	4	17 262	286,3	80,3	8,1
1700-1800	6	14 268	355,0	99,5	10,0
1800-1900	6	10 826	269,4	75,5	7,7
1900-2000	7	14 817	430,1	120,6	12,2
2000-2100	5	11 325	234,8	65,8	6,6
2100-2200	6	13 320	331,4	92,9	9,4
2200-2300	8	6 785	225,1	63,1	6,4
2300-2400	8	5 236	175,3	48,7	4,9
Total partiel		320 340 (kg H_2O)	3 574,3 (MJ)	992,8 (kWh)	100,4 (L)
t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 9°C		320 340 (kg H_2O)	11 903,1 (MJ)	3 306,3	334,4
			15 477,4	4 299,1	434,8

Total pour une période de 24 heures

Quantité horaire moyenne de chaleur contenue dans les eaux usées:
644,9 MJ

TABLEAU 8.2a

QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES
HÔPITAL 300
MAI - JUIN 1982

Période de référence	Diff. de temp.(t) °C	Consommation kg H_2°	Quantité de chaleur MJ	kWh	L (Mazout n°6)
2400-0100	11	6 804	313,0	87,0	8,6
0100-0200	10	2 722	113,8	31,6	3,2
0200-0300	9	9 072	341,4	94,9	9,5
0300-0400	10	6 350	265,6	73,8	7,3
0400-0500	9	453	17,1	4,7	,5
0500-0600	10	4 989	208,7	58,0	5,9
0600-0700	10	12 701	531,3	147,7	15,0
0700-0800	11	12 247	563,5	156,6	15,9
0800-0900	14	23 133	1 354,6	376,6	38,2
0900-1000	15	21 773	1 365,9	379,7	38,2
1000-1100	11	24 494	1 126,9	313,3	31,4
1100-1200	9	19 051	787,9	219,0	22,3
1200-1300	15	19 205	1 223,7	340,2	34,5
1300-1400	16	32 205	2 155,2	599,1	60,5
1400-1500	15	17 237	1 081,4	300,6	30,5
1500-1600	8	29 484	986,5	274,2	27,7
1600-1700	8	15 876	531,2	147,7	15,0
1700-1800	12	25 855	1 297,7	360,7	36,4
1800-1900	16	23 133	1 548,1	430,3	43,6
1900-2000	10	14 515	607,1	168,8	17,3
2000-2100	9	20 865	785,4	218,3	22,3
2100-2200	8	10 886	364,3	101,3	10,5
2200-2300	9	15 422	580,5	161,4	16,4
2300-2400	10	9 072	379,4	105,5	10,5
Total partiel		372 855 (kg H_2O)	18 530,1 (MJ)	5 147,1 (kWh)	520,5 (L)
t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 4°C		372 855 (kg H_2O)	6 627,2 (MJ)	1 840,8	186,2
			25 157,3	6 987,9	706,7

Total pour une période de 24 heures

Quantité horaire moyenne de chaleur contenue dans les eaux usées:
1 048,2 MJ

TABLEAU 8.2b

QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES
HÔPITAL 300
SEPTEMBRE 1982

Période de référence	Diff. de temp.(t) °C	Consommation kg $H_2°$	Quantité de chaleur MJ	kWh	L (Mazout n°6)
2400-0100	6	4 082	102,4	28,5	2,7
0100-0200	6	4 173	104,7	29,1	2,7
0200-0300	6,5	5 352	145,5	40,5	4,1
0300-0400	7	4 763	139,4	38,8	4,1
0400-0500	6	4 264	107,0	29,7	3,2
0500-0600	6	10 932	274,3	76,3	7,7
0600-0700	7	1 769	51,7	14,4	1,4
0700-0800	7	24 585	719,8	200,1	20,0
0800-0900	9	14 697	553,2	153,8	15,5
0900-1000	0	23 814	996,0	276,9	28,2
1000-1100	9,5	24 540	975,0	271,1	27,3
1100-1200	9	28 078	1 056,9	293,8	29,5
1200-1300	4	19 278	322,5	89,7	9,1
1300-1400	9	28 711	1 118,4	310,9	31,4
1400-1500	10	17 962	751,2	208,8	20,9
1500-1600	9	20 367	766,5	213,1	21,3
1600-1700	12	20 185	1 013,1	281,6	28,6
1700-1800	9,5	11 340	450,5	125,3	12,7
1800-1900	12	20 775	1 042,7	289,8	29,1
1900-2000	8	8 074	270,1	75,1	7,7
2000-2100	7	9 163	268,2	74,6	7,3
2100-2200	6	11 657	292,5	81,3	8,2
2200-2300	6	7 031	176,4	49,0	5,0
2300-2400	6	7 258	182,1	50,6	5,0
Total partiel		333 850 (kg H_2O)	11 881,0 (MJ)	3 300,2 (kWh)	333,7 (L)
t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 11°C		333 850 (kg H_2O)	15 365,1 (MJ)	4 268,0	431,6
			27 246,1	7 568,2	765,3

Total pour une période de 24 heures

Quantité horaire moyenne de chaleur contenue dans les eaux usées:
1 135,3 MJ

TABLEAU 8.3a

QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES HÔPITAL 100 MAI 1982

Période de référence	Diff. de temp.(t) °C	Consommation kg $H_2°$	Quantité de chaleur MJ	kWh	L (Mazout n°6)
2400-0100	4	1 814	30,4	8,4	,9
0100-0200	3	1 179	14,8	4,1	,5
0200-0300	3	1 723	21,6	6,0	,5
0300-0400	3	1 814	22,8	6,3	,5
0400-0500	4	2 131	35,7	9,9	,9
0500-0600	2	2 177	18,2	5,1	,5
0600-0700	4	2 109	35,3	9,8	,9
0700-0800	3	3 107	38,9	10,8	,9
0800-0900	12	11 385	571,4	158,8	15,9
0900-1000	15	10 614	665,9	185,1	18,6
1000-1100	15	7 212	452,5	125,8	12,7
1100-1200	15	8 074	506,6	140,8	14,1
1200-1300	15	8 572	537,9	149,5	15,0
1200-1300	14	8 527	499,3	138,8	13,6
1300-1400	16	8 935	598,0	166,2	16,8
1400-1500	15	8 210	515,1	143,2	14,5
1500-1600	15	6 849	429,7	119,5	12,3
1600-1700	8	3 311	110,8	30,8	3,2
1700-1800	10	4 309	180,2	50,1	5,0
1800-1900	10	3 356	140,4	39,0	4,9
1900-2000	6	1 587	39,8	11,0	,9
2000-2100	4	7 439	124,5	34,6	3,6
2100-2200	2	2 721	22,8	6,3	,5
2200-2300	2	2 585	21,6	6,0	,5
2300-2400	3	2 177	27,3	7,6	,9
Total partiel		113 355 (kg H_2O)	5 123,6 (MJ)	1 708,5 (kWh)	143,9 (L)
t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 5°C		113 355 (kg H_2O)	2 550,7 (MJ)	1 423,2	71,6
			7 674,3	2 131,7	215,5

Total pour une période de 24 heures

Quantité horaire moyenne de chaleur contenue dans les eaux usées: 319,8 MJ

TABLEAU 8.3b

QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES HÔPITAL 100 SEPTEMBRE 1982

Période de référence	Diff. de temp.(t) °C	Consommation kg $H_2°$	Quantité de chaleur MJ	kWh	L (Mazout n°6)
"400-0100	9	1 814	68,3	18,9	1,8
0100-0200	9	3 175	119,5	33,2	3,2
0200-0300	8,5	2 268	80,6	22,4	2,3
0300-0400	8	1 814	60,7	16,9	1,8
0400-0500	8	1 814	60,7	16,9	1,8
0500-0600	9	1 814	68,3	19,0	1,8
0600-0700	9,3	2 721	105,6	29,4	3,2
0700-0800	9,8	3 175	129,6	36,1	3,6
0800-0900	21	8 618	756,9	210,4	21,4
0900-1000	24	8 164	819,5	227,8	23,2
1000-1100	21	7 257	637,4	177,2	17,7
1100-1200	22	5 443	500,8	139,2	14,1
1200-1300	20	5 443	455,3	126,6	12,7
(1300-1400)	(20)	(5 443)	(455,3)	(126,6)	(12,7)
1400-1500	19	8 164	648,8	180,4	18,2
1500-1600	17	6 350	451,5	125,5	12,7
1600-1700	10	1 814	75,8	21,1	2,3
1700-1800	11	2 721	125,2	34,8	3,6
1800-1900	11	1 814	83,4	23,2	2,3
1900-2000	11	2 268	104,3	29,0	2,7
2000-2100	8,5	2 268	80,6	22,4	2,3
2100-2200	8,3	2 268	78,2	21,8	2,3
2200-2300	9	1 360	51,2	14,2	1,4
2300-2400	10	2 268	94,8	26,4	2,7
Total partiel		88 452 (kg H_2O)	6 113,0 (MJ)	1 698,0 (kWh)	171,7 (L)
t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 12,3°C		88 452 (kg H_2O)	4 271,9 (MJ)	1 186,6	120,0
			10 384,9	2 884,6	291,7
Total pour une période de 24 heures		Quantité horaire moyenne de chaleur contenue dans les eaux usées: 432,7 MJ			

TABLEAU 8.4a

INTERPRÉTATION DES DONNÉES GRAPHIQUES
HÔPITAL 500
TEMPÉRATURE HORAIRE MOYENNE UTILISÉE POUR ÉTABLIR LA DIFFÉRENCE DE TEMPÉRATURE SERVANT À DÉTERMINER LA QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES
ÉVACUATION A

Lectures enregistrées en mai				Lectures enregistrées en septembre			
Le mercredi 5 mai - Le jeudi 6 mai				Le mercredi 29 sept. - Le jeudi 30 sept.			
Période de référence	Temp. eaux usées °C	Temp. eau froide d'alim. °C	t °C	Période de référence	Temp. eaux usées °C	Temp. eau froide d'alim. °C	t °C
2400-0100	16	10	6	2400-0100	22	14	8
0100-0200	16	10	6	0100-0200	22	14	8
0200-0300	16	10	6	0200-0300	22	14	8
0300-0400	16	10	6	0300-0400	22	14	8
0400-0500	18	10	8	0400-0500	22	14	8
0500-0600	18	10	8	0500-0600	22	14	8
0600-0700	18	10	8	0600-0700	23	14	9
0700-0800	20	10	10	0700-0800	28	14	14
0800-0900	21	10	11	0800-0900	17	14	3
0900-1000	24	10	14	0900-1000	28	14	14
1000-1100	30	10	20	1000-1100	28	14	14
1100-1200	30	10	20	1100-1200	27	14	13
1200-1300	26	10	16	1200-1300	26	14	12
1300-1400	25	10	15	1300-1400	26	14	12
1400-1500	28	10	18	1400-1500	26	14	12
1500-1600	25	10	15	1500-1600	30	14	16
1600-1700	19	10	9	1600-1700	24	14	10
1700-1800	21	10	11	1700-1800	26	14	12
1800-1900	26	10	16	1800-1900	26	14	12
1900-2000	22	10	12	1900-2000	26	14	12
2000-2100	20	10	10	2000-2100	26	14	12
2100-2200	20	10	10	2100-2200	21	14	7
2200-2300	20	10	10	2200-2300	25	14	11
2300-2400	20	10	10	2300-2400	24	14	10

t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 5°C
10-5=5°C

t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 5°C
14-5=9°C

TABLEAU 8.4b

INTERPRÉTATION DES DONNÉES GRAPHIQUES
HÔPITAL 500
TEMPÉRATURE HORAIRE MOYENNE UTILISÉE POUR ÉTABLIR LA DIFFÉRENCE DE TEMPÉRATURE SERVANT À DÉTERMINER LA QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES
ÉVACUATION B

Lectures enregistrées en mai				Lectures enregistrées en septembre			
Le mercredi 5 mai - Le jeudi 6 mai				Le mercredi 29 sept. - Le jeudi 30 sept.			
Période de référence	Temp. eaux usées °C	Temp. eau froide d'alim. °C	t °C	Période de référence	Temp. eaux usées °C	Temp. eau froide d'alim. °C	t °C
2400-0100	24	10	14	2400-0100	22	14	8
0100-0200	22	10	12	0100-0200	22	14	8
0200-0300	21	10	11	0200-0300	23	14	9
0300-0400	22	10	12	0300-0400	22	14	8
0400-0500	22	10	12	0400-0500	22	14	8
0500-0600	22	10	12	0500-0600	22	14	8
0600-0700	22	10	12	0600-0700	22	14	8
0700-0800	22	10	14	0700-0800	21	14	7
0800-0900	24	10	14	0800-0900	20	14	6
0900-1000	24	10	14	0900-1000	19	14	5
1000-1100	24	10	14	1000-1100	18	14	4
1100-1200	22	10	12	1100-1200	18	14	4
1200-1300	22	10	12	1200-1300	18	14	4
1300-1400	22	10	12	1300-1400	18	14	4
1400-1500	20	10	10	1400-1500	16	14	2
1500-1600	20	10	10	1500-1600	20	14	6
1600-1700	20	10	10	1600-1700	18	14	4
1700-1800	19	10	9	1700-1800	20	14	6
1800-1900	20	10	10	1800-1900	20	14	6
1900-2000	20	10	10	1900-2000	21	14	7
2000-2100	22	10	12	2000-2100	19	14	5
2100-2200	22	10	12	2100-2200	20	14	6
2200-2300	22	10	12	2200-2300	22	14	8
2300-2400	24	10	14	2300-2400	22	14	8

t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 5°C
10-5=5°C

t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 5°C
14-5=9°C

TABLEAU 8.5

INTERPRÉTATION DES DONNÉES GRAPHIQUES
HÔPITAL 300
TEMPÉRATURE HORAIRE MOYENNE UTILISÉE POUR ÉTABLIR LA DIFFÉRENCE DE TEMPÉRATURE SERVANT À DÉTERMINER LA QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES

Lectures enregistrées en mai				Lectures enregistrées en septembre			
Le mercredi 26 mai - Le jeudi 27 mai				Le jeudi 16 sept. - Le vendredi 17 sept.			
Période de référence	Temp. eaux usées °C	Temp. eau froide d'alim. °C	t °C	Période de référence	Temp. eaux usées °C	Temp. eau froide d'alim. °C	t °C
2400-0100	20	9	11	2400-0100	22	16	6
0100-0200	19	9	10	0100-0200	22	16	6
0200-0300	18	9	9	0200-0300	22,5	16	6,5
0300-0400	19	9	10	0300-0400	23	16	7
0400-0500	18	9	9	0400-0500	22	16	6
0500-0600	19	9	10	0500-0600	22	16	6
0600-0700	19	9	10	0600-0700	23	16	7
0700-0800	20	9	11	0700-0800	23	16	7
0800-0900	23	9	14	0800-0900	25	16	9
0900-1000	24	9	15	0900-1000	26	16	10
1000-1100	20	9	11	1000-1100	25,5	16	9,5
1100-1200	19	9	9	1100-1200	25	16	9
1200-1300	24	9	15	1200-1300	20	16	4
1300-1400	25	9	16	1300-1400	25	16	9
1400-1500	24	9	15	1400-1500	26	16	10
1500-1600	17	9	8	1500-1600	25	16	9
1600-1700	17	9	8	1600-1700	28	16	12
1700-1800	21	9	12	1700-1800	25,5	16	9,5
1800-1900	25	9	16	1800-1900	28	16	12
1900-2000	19	9	10	1900-2000	24	16	8
2000-2100	18	9	9	2000-2100	23	16	7
2100-2200	17	9	8	2100-2200	22	16	6
2200-2300	18	9	9	2200-2300	22	16	6
2300-2400	19	9	10	2300-2400	22	16	6
	t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 5°C 9-5=4°C				t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 5°C 16-5=11°C		

TABLEAU 8.6

INTERPRÉTATION DES DONNÉES GRAPHIQUES
HÔPITAL 100
TEMPÉRATURE HORAIRE MOYENNE UTILISÉE POUR ÉTABLIR
LA DIFFÉRENCE DE TEMPÉRATURE SERVANT À DÉTERMINER LA QUANTITÉ
DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES

Lectures enregistrées en mai				Lectures enregistrées en septembre			
Le jeudi 13 mai - Le vendredi 14 mai				Le jeudi 9 sept. - Le vendredi 10 sept.			
Période de référence	Temp. eaux usées °C	Temp. eau froide d'alim. °C	t °C	Période de référence	Temp. eaux usées °C	Temp. eau froide d'alim. °C	t °C
2400-0100	14	10	4	2400-0100	27	18	9
0100-0200	13	10	3	0100-0200	27	18	9
0200-0300	13	10	3	0200-0300	26,5	18	8,5
0300-0400	13	10	3	0300-0400	26	18	8
0400-0500	14	10	4	0400-0500	26	18	8
0500-0600	12	10	2	0500-0600	27	18	9
0600-0700	14	10	4	0600-0700	27	17,75	9,3
0700-0800	13	10	3	0700-0800	27	17,75	9,8
0800-0900	22	10	12	0800-0900	37	16	21
0900-1000	25	10	15	0900-1000	40	16	24
1000-1100	25	10	15	1000-1100	37	16	21
1100-1200	25	10	15	1100-1200	38	16	22
1200-1300	24	10	14	1200-1300	37	17	20
1300-1400	26	10	16	1300-1400	(37)	(17)	(20)
1400-1500	25	10	15	1400-1500	36	17	19
1500-1600	25	10	15	1500-1600	34	17	17
1600-1700	18	10	8	1600-1700	27	17	10
1700-1800	20	10	10	1700-1800	28	17	11
1800-1900	20	10	10	1800-1900	28	17	11
1900-2000	16	10	6	1900-2000	28	17	11
2000-2100	14	10	4	2000-2100	26	17,5	8,5
2100-2200	12	10	2	2100-2200	26	17,75	8,3
2200-2300	12	10	2	2200-2300	27	18	9
2300-2400	13	10	3	2300-2400	28	18	10

t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 5°C
10-5=5°C

t supplémentaire résultant d'un abaissement de la temp. à 5°C
17.3-5=12.3°C

TABLEAU 8.7

HÔPITAL 500
CALCUL, SUR UNE BASE JOURNALIÈRE, DE LA QUANTITÉ
DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES
ÉVACUATION A

Date	Consommation kg	Diff. de temp. (t) équivalente °C	Quantité de chaleur MJ	MH Total	kWh	L (mazout #6)
Le 6 mai 1982	274 718	13,3 °C	15 288	21 035	5 843	591
		5	5 747			
Le 7 mai 1982	264 618	13,3	14 726	20 262	5 678	569
		5	5 536			
Le 8 mai 1982	229 777	13,3	12 786	17 593	4 887	494
		5	4 807			
Le 9 mai 1982	181 800	13,3	10 117	13 920	3 866	391
		5	3 803			
Le 10 mai 1982	247 955	13,3	13 798	18 985	5 273	533
		5	5 187			
Le 11 mai 1982	276 236	13,3	15 372	21 151	5 875	594
		5	5 779			
Le 26 août 1982	290 882	9,9	12 049	23 002	3 938	398
		9	10 953			
Le 27 août 1982	320 677	9,9	13 283	26 358	4 323	437
		9	12 075			
Le 28 août 1982	268 155	9,9	11 107	21 205	3 615	366
		9	10 098			
Le 29 août 1982	196 950	9,9	8 158	15 574	2 655	269
		9	7 416			
Le 30-31 août/82	502 982	9,9	20 834	39 774	6 781	686
		9	18 940			
Le 1er sept. 1982	294 918	9,9	12 215	23 320	3 976	402
		9	11 105			

TABLEAU 8.7 (suite)

HÔPITAL 500
CALCUL, SUR UNE BASE JOURNALIÈRE, DE LA QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES
ÉVACUATION B

Date	Consommation kg	Diff. de temp. (t) équivalente °C	Quantité de chaleur MJ	MH Total	kWh	L (mazout #6)
Le 6 mai 1982	274 718	11,7	13 448	19 195	5 332	539
		5	5 747			
Le 7 mai 1982	264 618	11,7	12 954	18 490	5 136	519
		5	5 536			
Le 8 mai 1982	229 777	11,7	11 248	16 055	4 460	451
		5	4 807			
Le 9 mai 1982	181 800	11,7	8 900	12 073	3 529	357
		5	3 803			
Le 10 mai 1982	247 955	11,7	12 138	17 325	4 812	487
		5	5 187			
Le 11 mai 1982	276 236	11,7	13 523	19 303	5 362	542
		5	5 779			
Le 26 août 1982	290 882	2,6	3 164	14 177	6 389	646
		9	10 953			
Le 27 août 1982	320 677	2,6	3 488	15 563	2 044	712
		9	12 075			
Le 28 août 1982	268 155	2,6	2 917	13 015	5 890	596
		9	10 098			
Le 29 août 1982	196 950	2,6	2 142	9 559	4 326	437
		9	7 416			
Les 30-31 août/82	502 982	2,6	5 472	24 412	4 048	1 117
		9	18 940			
Le 1er sept. 1982	294 918	2,6	3 208	14 313	6 478	655
		9	11 105			

TABLEAU 8.8

HÔPITAL 300
CALCUL, SUR UNE BASE JOURNALIÈRE, DE LA QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES

16 SEPT. 1982 - 22 SEPT. 1982

Date	Consommation	Diff. de temp. (t) équivalente	Quantité de chaleur			
	kg	°C	MJ	MH	kWh	L (mazout #6)
Le 17 sept. 1982	339 091	8,5 °C	12 059	27 665	7 685	777
		11	15 606			
Les 18-20 sept. 1982	918 182	8,5	32 654	74 912	20 808	2 104
		11	42 258			
Le 21 sept. 1982	354 545	8,5	12 609	28 927	8 035	813
		11	16 318			
Le 22 sept. 1982	331 818	8,5	11 801	27 073	7 520	760
		11	15 272			
26 MAI 1982 - 1er JUIN 1982						
Le 27 mai 1982	381 586	11,8	18 839	25 225	7 007	708
		4	6 386			
Le 28 mai 1982	350 086	11,8	17 294	23 143	6 428	650
		4	5 859			
Le 29 mai 1982	367 768	11,8	18 157	24 312	6 753	683
		4	6 155			
Le 30 mai 1982	318 009	11,8	15 700	21 022	5 839	590
		4	5 322			
Le 31 mai 1982	354 327	11,8	17 494	23 424	6 506	658
		4	5 930			
Le 1er juin 1982	426 900	11,8	21 016	28 221	7 839	793
		4	7 145			
Le 2 juin 1982	413 259	11,8	20 403	27 319	7 388	767
		4	6 916			

TABLEAU 8.9

HÔPITAL 100
CALCUL, SUR UNE BASE JOURNALIÈRE, DE LA QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES

9 SEPT. 1982 - 14 SEPT. 1982

Date	Consommation kg	Diff. de temp. (t) équivalente °C	Quantité de chaleur MJ	MH	kWh	L (mazout #6)
Le 9 sept. 1982	76 818	15,9 °C	5 110	9 063	2 517	255
		12,3	3 953			
Le 10 sept. 1982	90 454	15,9	6 018	10 673	2 965	300
		12,3	4 655			
Le 11 sept. 1982	77 727	15,9	5 171	9 171	2 547	258
		12,3	4 000			
Le 12 sept. 1982	78 636	15,9	5 231	9 278	2 577	261
		12,3	4 047			
Le 13 sept. 1982	77 272	15,9	5 141	9 118	2 533	256
		12,3	3 977			
Le 14 sept. 1982	77 727	15,9	5 171	9 171	2 547	258
		12,3	4 000			
13 MAI 1982 - 19 MAI 1982						
Le 14 mai 1982	101 863	13,5	5 754	7 885	2 190	221
		5	2 131			
Le 15 mai 1982	112 727	13,5	6 367	8 725	2 423	245
		5	2 358			
Le 16 mai 1982	89 091	13,5	5 032	6 896	1 916	194
		5	1 864			
Le 17 mai 1982	86 364	13,5	4 878	6 685	1 857	188
		5	1 867			
Le 18 mai 1982	117 272	13,5	6 624	9 077	2 521	255
		5	2 453			
Le 19 mai 1982	119 091	13,5	6 727	9 218	2 560	259
		5	2 491			

TABLEAU 8.10

CALCUL, SUR UNE BASE HEBDOMADAIRE, DE LA QUANTITÉ DE CHALEUR CONTENUE DANS LES EAUX USÉES

(Quantité de chaleur récupérable annuellement)

Période de référence	Hôpital 500				Hôpital 300		Hôpital 100	
	Équivalent °C		Quantité de chaleur		Équivalent °C	Quantité de chaleur kJ	Équivalent °C	Quantité de chaleur kJ
	(A)	(B)	(A)	(B)				
Avril-Septembre	9,9	2,6	1 686 149	442 827	8,5	2 172 036	15,9	1 048 776
	9	,9	1 532 863	1 532 863	11	2 810 870	12,3	811 317
Octobre-Mars	13,3	11,7	1 265 230	1 992 722	11,8	2 991 796	13,5	879 117
	5	5	851 590	851 590	4	1 014 168	5	325 599
Avril Mars (ANNÉE)			11 155 834			8 988 870		3 064 809

9.0 PROPOSITION D'UN TYPE DE SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

9.1 Généralités

Au moment de déterminer le type d'équipement requis pour extraire la chaleur des eaux usées d'un hôpital, on a tenu compte des cinq points suivants.

1) Le débit d'eau (consommation) observé dans les différents hôpitaux ne peut être considéré comme un débit constant. De fait, il varie énormément et les crêtes de température observées sont très éloignées de la température moyenne, mais de courte durée.

2) Si l'on veut récupérer toute la chaleur contenue dans les eaux usées en période de pointe (débit/température), il faut surdimensionner exagérément le matériel, ce qui devient peu rentable en période de demande normale.

3) La limite théorique de la basse température des eaux usées est de 0°C. Étant donné le risque de gel, à cette température, du bloc d'évaporation de la pompe à chaleur, la limite réelle de température doit être plus élevée.

4) L'échangeur de chaleur utilisé pour extraire la chaleur des eaux usées doit être facile d'entretien.

5) La chaleur récupérée des eaux usées doit pouvoir être utilisée à d'autres fins dans l'hôpital.

9.2 Système de récupération de chaleur

La figure 9.1 constitue la représentation schématique d'un système possible de récupération de la chaleur.

Les eaux usées qui arrivent au système passent d'abord sur un transporteur-séparateur. Les eaux usées débarrassées des matières solides sont ensuite acheminées vers un réservoir de stockage d'une capacité correspondant à la consommation horaire moyenne.

Puis, une pompe de circulation alimente en eaux usées le bloc d'évaporation d'une pompe à chaleur du type eau/eau.

Le système de récupération de chaleur est doté d'un système de nettoyage automatique des tubes, comprenant deux robinets à trois voies permettant l'inversement périodique du sens d'écoulement du fluide caloporteur dans les tubes, ce qui provoque le déplacement d'un dispositif de détartrage.

Les eaux domestiques refoulées dans le bloc de condensation sont utilisées pour préchauffer, par échange de chaleur, l'eau d'alimentation du générateur d'eau chaude domestique.

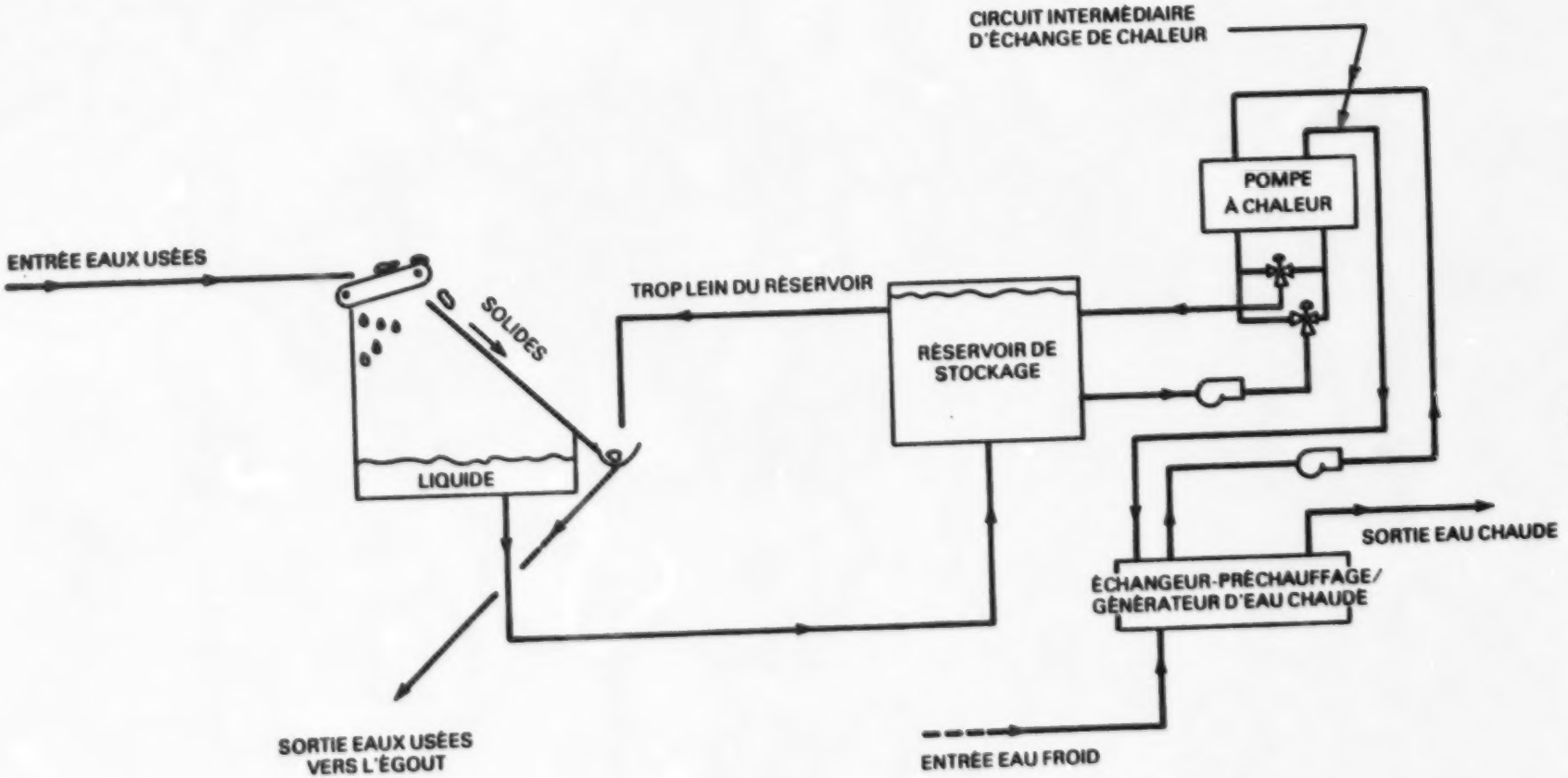
9.3 Paramètres

Pour calculer la quantité de chaleur contenue dans les eaux usées, on a procédé en deux étapes.

On a d'abord mesuré la différence de température entre la température de l'eau froide d'alimentation entrant dans le bâtiment, et la température des eaux usées sortant du bâtiment, puis déterminé la corrélation entre les crêtes de température et les débits correspondants.

On a ensuite calculé la quantité totale de chaleur pouvant théoriquement être extraite des eaux usées, une fois la température de celles-ci abaissée à 5°C, cette température étant la température limite minimale à la sortie du bloc d'évaporation de la pompe à chaleur.

La quantité totale de chaleur contenue dans les eaux usées et théoriquement récupérable est donc basée sur une température des eaux usées de 5°C (à la sortie de la pompe à chaleur), en hiver comme en été, ce qui est de beaucoup inférieur à la température de l'eau froide d'alimentaion.



REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE D'UN SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

FIG. 9.1

10.0 ANALYSE DES COÛTS - SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION DE CHALEUR

10.1 Hôpital 500

Quantité horaire moyenne de chaleur contenue dans les eaux usées - 1623 MJ
Quantité totale annuelle de chaleur contenue dans les eaux usées - 11 155 834 MJ
Débit maximal - Eaux usées - 606 L/min
Prix d'achat de la vapeur - 8 10$/1000 lb
Prix de l'électricité - 4,34¢/kWh
- 6,25$/kWh de puissance/mois

Équipement

Groupe pompe à chaleur (y compris le système automatique de nettoyage des tubes)	60 000 $
Transporteur-séparateur	14 000
Pompes et tuyauterie	10 000
Réservoir de stockage	20 000
Installation	45 000
Électricité	15 000
Coût total d'immobilisation	164 000 $

Économie annuelle de vapeur: 11 155 834 MJ ou 11 132 000 lb de vapeur par année

Prix de la vapeur: 8,10$/1000 lb

Économie totale de vapeur = 11 132 x 8,10$ = 90 200$

Coût annuel d'électricité

Heures de fonctionnement = $\frac{\text{Quantité annuelle de chaleur théoriquement récupérable}}{\text{Puissance du système}}$

= $\frac{11\ 155\ 834\ \text{MJ}}{1\ 622{,}8\ \text{MJ/h}}$

= 6875 h/année

Puissance nominale appelée: 128 kW

128 x 6875 h/année x 4,34¢/kWh = 38 200$/année
Prime de puissance: 6,25$/kW de puissance/mois
Prime de puissance: 128 x 6,25 x 12 mois/année = 9600$

Coût total d'électricité: 47 800$/année

Économie annuelle nette = 90 200$ - 47 800$ = 42 400$

Économie annuelle nette
ekWh/m^2/année

Livres de vapeur/année = $\frac{42\ 400\$}{8,10\$}$ = 5 235 000 lb de vapeur/année

= 5 235 000 x 9.50 kWh/année / 3414

= 1 456 722 kWh/année

Surface du bâtiment: 422 000 pi^2 = 39 219 m^2

Économie annuelle nette = $\frac{1\ 456\ 722\ kWh/année}{39\ 219\ m^2}$

ekWh/m^2 = $\frac{37\ kWh/année}{m^2}$

Période d'amortissement

Ratio simple = $\frac{164\ 000}{42\ 400}$ = 3,9 ans

10.2 Hôpital 300

Quantité horaire moyenne de chaleur contenue dans les eaux usées = 1091 MJ
Quantité totale annuelle de chaleur contenue dans les eaux usées = 8 988 870 MJ
Débit maximal - Eaux usées = 447 L/min.

Prix du mazout n° 6 - 0,24$/L
Prix de l'électricité - 4,34/kWh
6,25$/kW de puissance/année

Équipement

Groupe pompe à chaleur (y compris le système automatique de nettoyage des tubes)	52 000 $
Transporteur-séparateur	14 000
Pompes et tuyauterie	8 000
Réservoir de stockage	16 000
Installation	40 000
Électricité	12 000
Coût total d'immobilisation	142 000 $

Économie annuelle de mazout n° 6

= 8 988 870 MJ
= 252 497 L de mazout n° 6/année

Coût du mazout = 0,24$/L
= 60 600$/année

Coût annuel d'électricité

$$\text{Heures de fonctionnement} = \frac{\text{Quantité annuelle de chaleur théoriquement récupérable}}{\text{Puissance du système}}$$

$$= \frac{8\ 988\ 870\ \text{MJ/année}}{1091\ \text{MJ}}$$

= 8239 h/année

Puissance nominale appelée: 85 KW

85 x 8239 h/année x 4,34¢/kWh = 30 394$/année
Prime de puissance: 6,25 x 85 x 12 = 6375$/année

Coût total d'électricité = 36 800$/année

Économie annuelle nette: 60 600$ - 36 800$ =
23 800$/année

Économie annuelle nette

ekWh/m^2/année

Litres de mazout n° 6/année:

$$\frac{23\ 800\$}{0{,}24\ \$} = 99\ 167\ \text{L mazout n° 6/année}$$

= 3 530 331 MJ/année
= 980 620 kWh/année

Surface du bâtiment = 230 000 pi^2 (21 375 m^2)

Économie annuelle nette / ekWh/m^2 = $\frac{980\ 620\ kWh/année}{21\ 375\ m^2}$

= $\frac{45,9\ ekWh/année}{m^2}$

Période d'amortissement

Ratio simple: $\frac{142\ 000\$}{23\ 800\$}$ = 6 ans

10.3 Hôpital 100

Quantité horaire moyenne de chaleur contenue dans les eaux usées - 376 MJ
Quantité totale annuelle de chaleur contenue dans les eaux usées - 3 064 809 MJ
Débit maximal - Eaux usées - 159 L/min
Prix du mazout nº 6 - 0,24$/L
Prix de l'électricité - 4,34¢/kWh
6,25$/kW de puissance/mois

Équipement

Groupe pompe à chaleur (y compris le système automatique de nettoyage de tubes)	20 000$
Transporteur-séparateur	14 000
Pompes et tuyauterie	4 000
Réservoir de stockage	10 000
Installation	20 000
Électricité	6 000
Coût total d'immobilisation	74 000$

Économie annuelle de mazout nº 6

= 3 064 809 MJ
= 86 090L de mazout nº 6/année
Coût du mazout nº 6: = 0,24$/L
= 20 661$/année

Coût annuel d'électricité

Heures de fonctionnement = $\frac{\text{Quantité annuelle de chaleur théoriquement récupérable}}{\text{Puissance du système}}$

= $\frac{3\ 064\ 809\ MJ/année}{376\ MJ/h}$

= 8 151 h/année

Puissance nominale appelée = 34 kW

34 x 8151h/année x 4,34¢/kWh = 12 028$/année
Prime de puissance: 34 x 6,25$ x 12 mois/année = 2550$/année

Coût total d'électricité: 14 578$/année

Économie annuelle nette: 20 661$ - 14 578$ = 6083$/année
dollars

Économie annuelle nette

ekWh/m^2/année

Litres de mazout n° 6/année = $\frac{6083\$}{0,24\$}$ = 25 346 L mazout n° 6/année

= 902 314 MJ/année
= 250 636 kWh/année

Surface du bâtiment: 73 846 pi^2 = 6863 m^2

Économie annuelle nette = $\frac{250\ 636\ kWh/année}{6863\ m^2}$

ekWh/m^2 = $\frac{36,5\ ekWh/année}{m^2}$

Période d'amortissement

Ratio simple = $\frac{74\ 000\$}{6083\$}$ = 12,2 ans

11.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Après avoir analysé les données recueillies sur place et examiné le matériel disponible de récupération d'énergie, on a tiré les conclusions et fait les recommandations suivantes.

1) Il serait difficile d'implanter un système de récupération de la chaleur des eaux usées dans les hôpitaux existants à cause des matières solides contenues dans l'effluent; l'élimination de ces solides nécessiterait un matériel supplémentaire ainsi qu'une protection contre l'encrassement des appareils, de la tuyauterie et des tubes des échangeurs.

   Il faudrait étudier la possibilité de doter le bâtiment de deux évacuations distinctes, l'une reliée aux W.-C. et l'autre aux appareils sanitaires consommant de l'eau chaude, tels les lavabos, les douches, les éviers, etc.; les eaux domestiques véhiculées dans cette deuxième évacuation constitueraient une bien meilleure source

de chaleur à récupérer. Les nouveaux hôpitaux pourraient facilement être dotés d'un tel système d'évacuation des eaux usées, et à peu de frais.

2) Les analyses portant sur l'implantation d'un système de récupération de la chaleur (pompe à chaleur), celle-ci étant utilisée ultérieurement pour le préchauffage de l'eau chaude domestique, ont démontré que la période d'amortissement serait de 3,9 ans dans le cas de l'hôpital 500, de 6 ans dans le cas de l'hôpital 300 et de 12,2 ans dans celui de l'hôpital 100.

   À l'aide de ces chiffres, on peut voir que l'implantation d'un système de récupération d'énergie serait faisable et rentable, surtout dans le cas de l'hôpital 500, le plus grand en l'occurrence, et pour lequel la période d'amortissement est la plus courte.

   Enfin, pour qu'il soit possible de récupérer une plus grande quantité de chaleur des eaux usées, la température de celles-ci devrait être abaissée à 5°C, ce qui, dans la plupart des cas, est nettement inférieur à la température de l'eau d'alimentation.

ANNEXE A

7.1 a) Hôpital 500 Diagrammes d'enregistrement des températures - Mai 1982

7.1 b) Hôpital 500 Diagrammes d'enregistrement des températures - Août 1982

7.2 a) Hôpital 300 Diagrammes d'enregistrement des températures - Mai 1982

7.2 b) Hôpital 300 Diagrammes d'enregistrement des températures - Septembre 1982

7.3 a) Hôpital 100 Diagrammes d'enregistrement des températures - Mai 1982

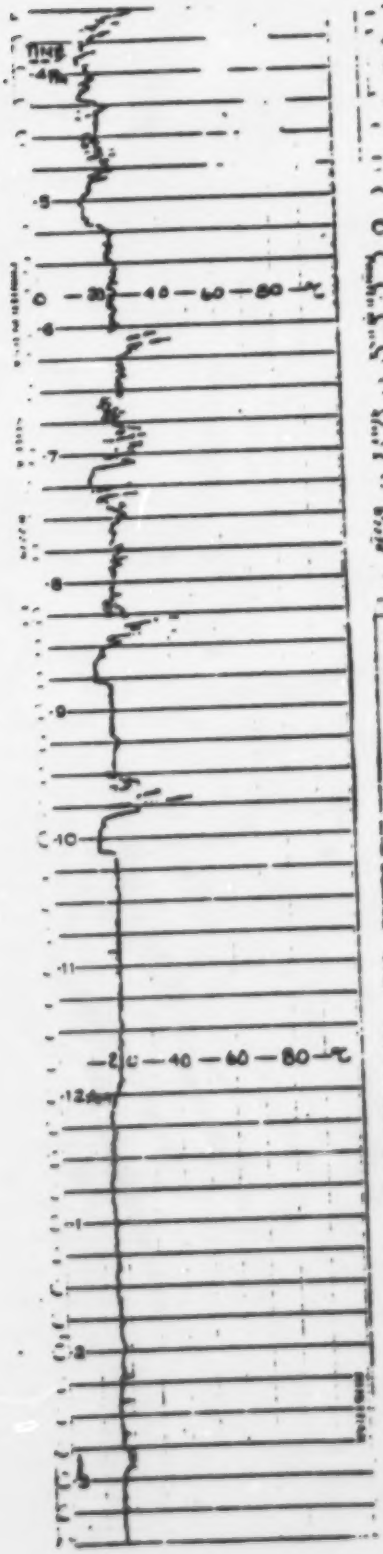
7.3 b) Hôpital 100 Diagrammes d'enregistrement des températures - Septembre 1982

HÔPITAL 500
DU 5 AU 12 MAI 1982

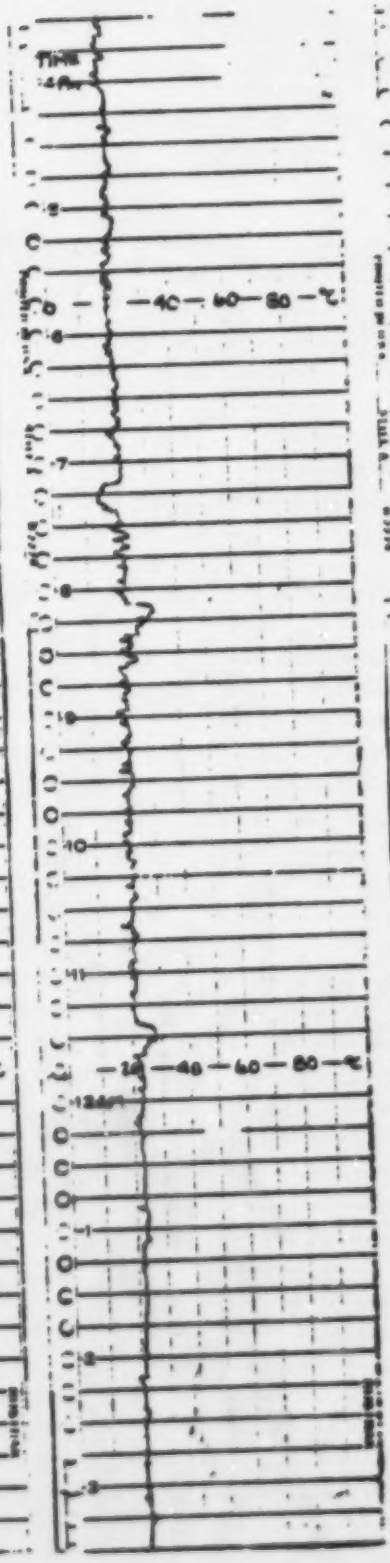
A1

HEURE

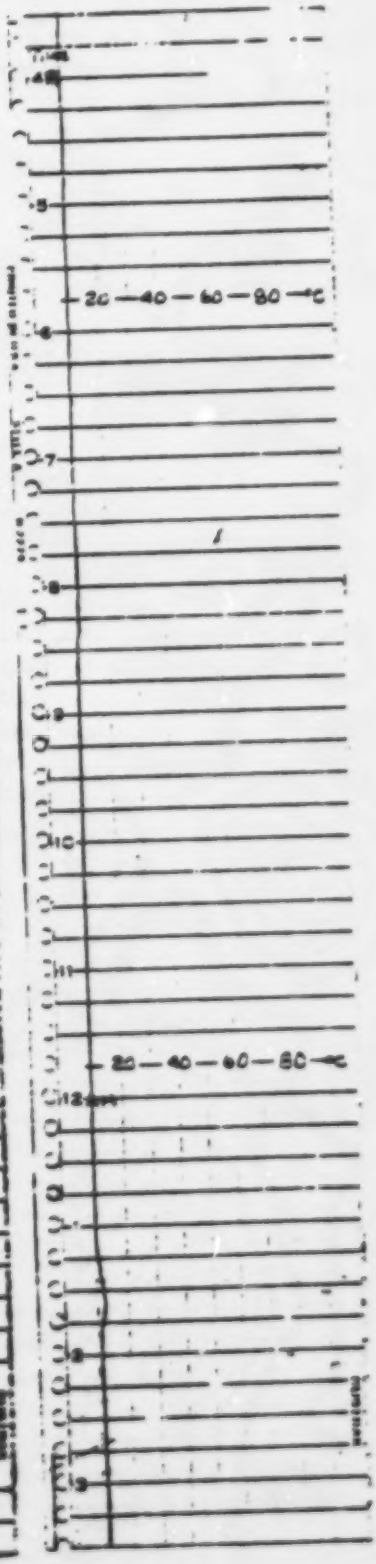
EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)

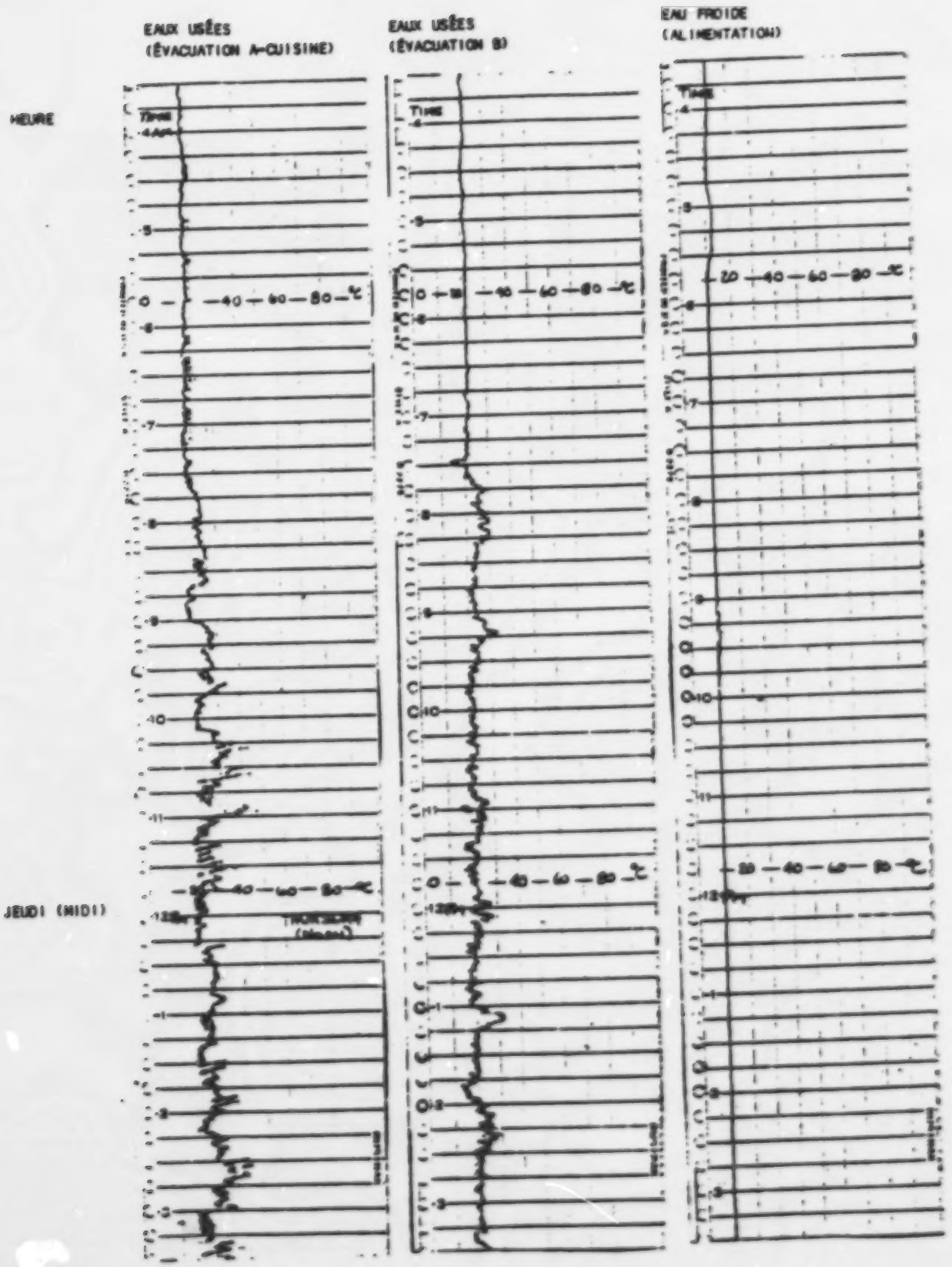


EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)



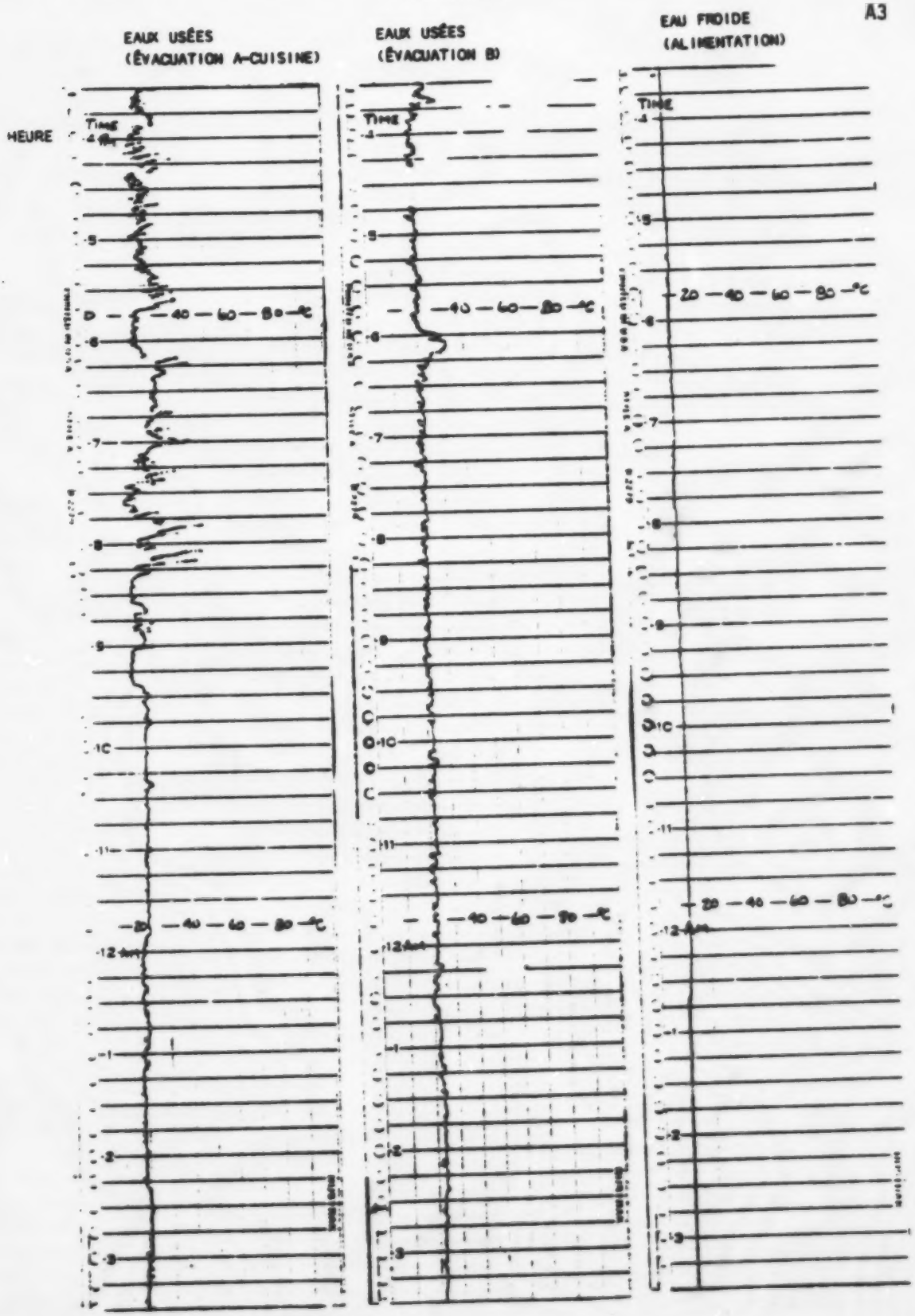
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)




EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)
EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)
HEURE
JEUDI (MIDI)

HÔPITAL 500

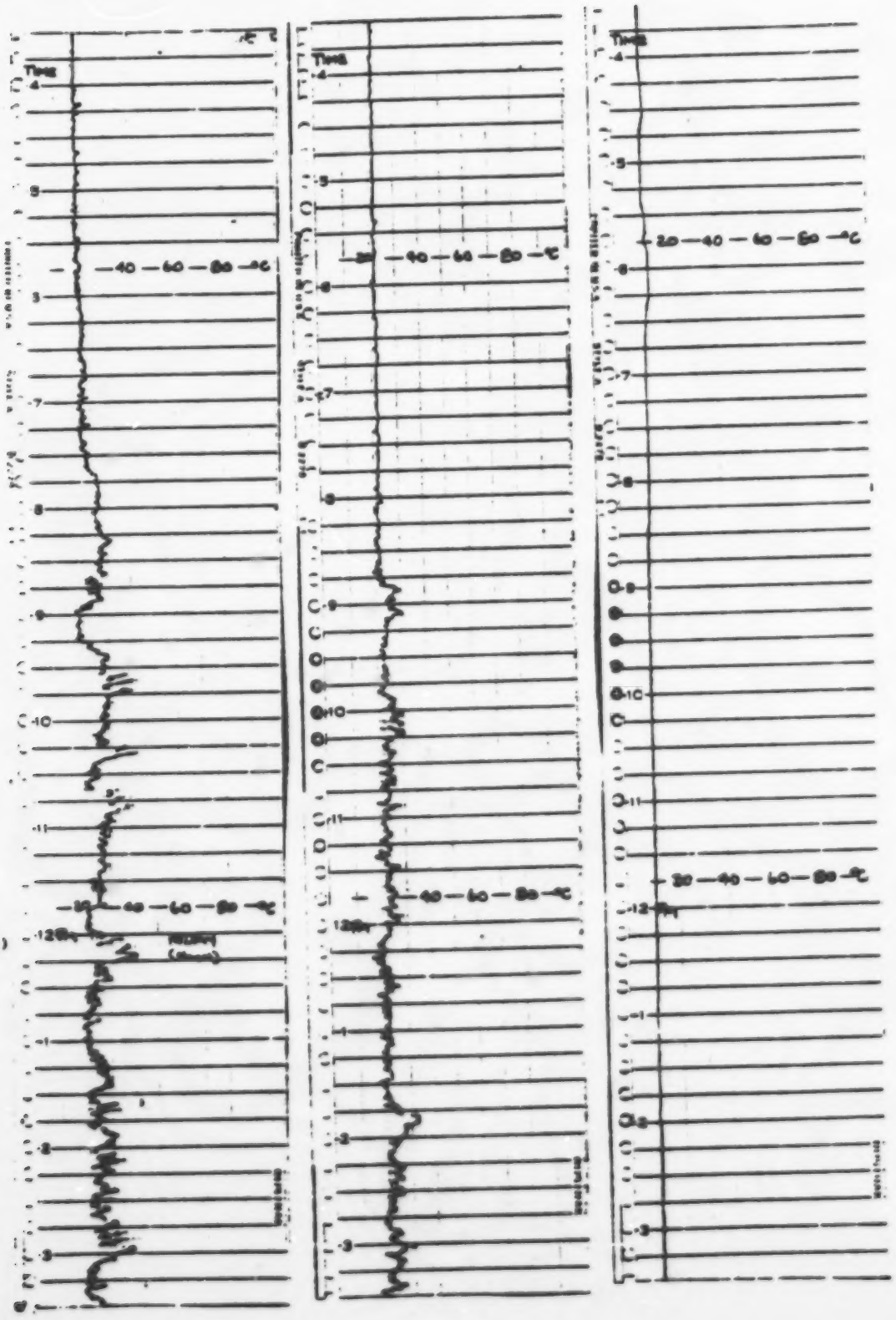
A3



EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)

EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)

EAU FROIDE
(ALIMENTATION)



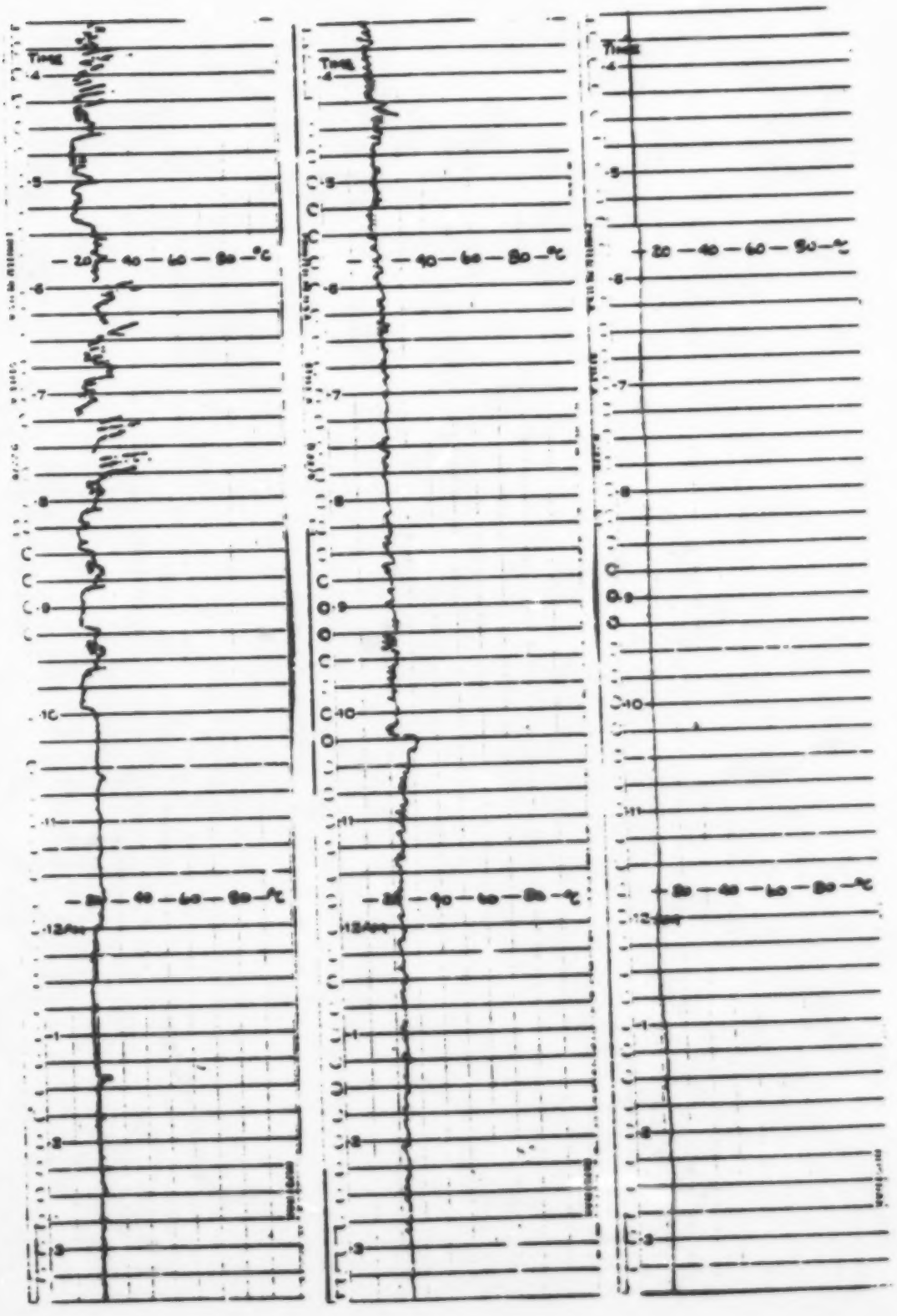
HÔPITAL 500

EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)

EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)

EAU FROIDE
(ALIMENTATION)

HEURE

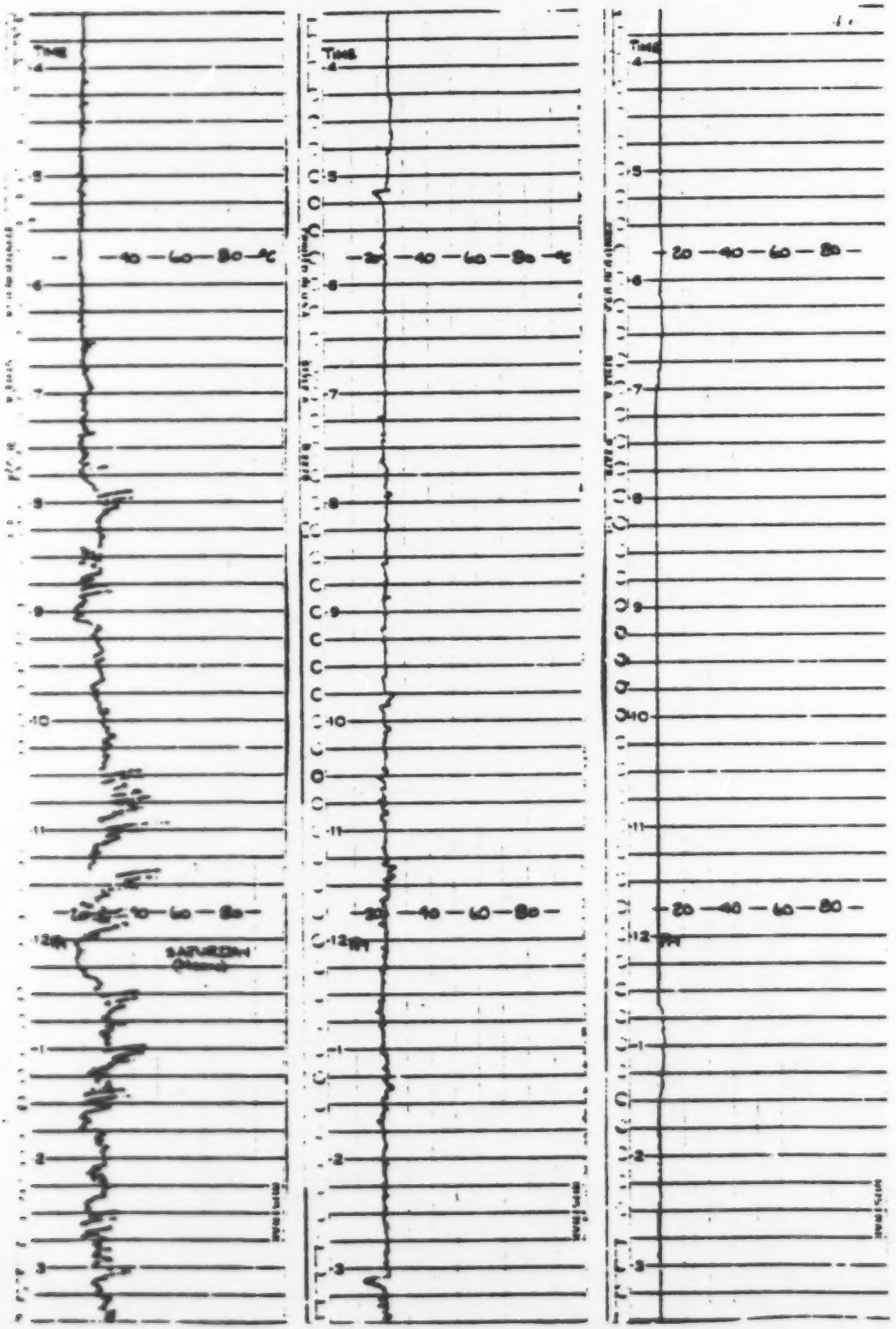


EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)

EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)

EAU FROIDE
(ALIMENTATION)

HEURE



SAMEDI (MIDI)

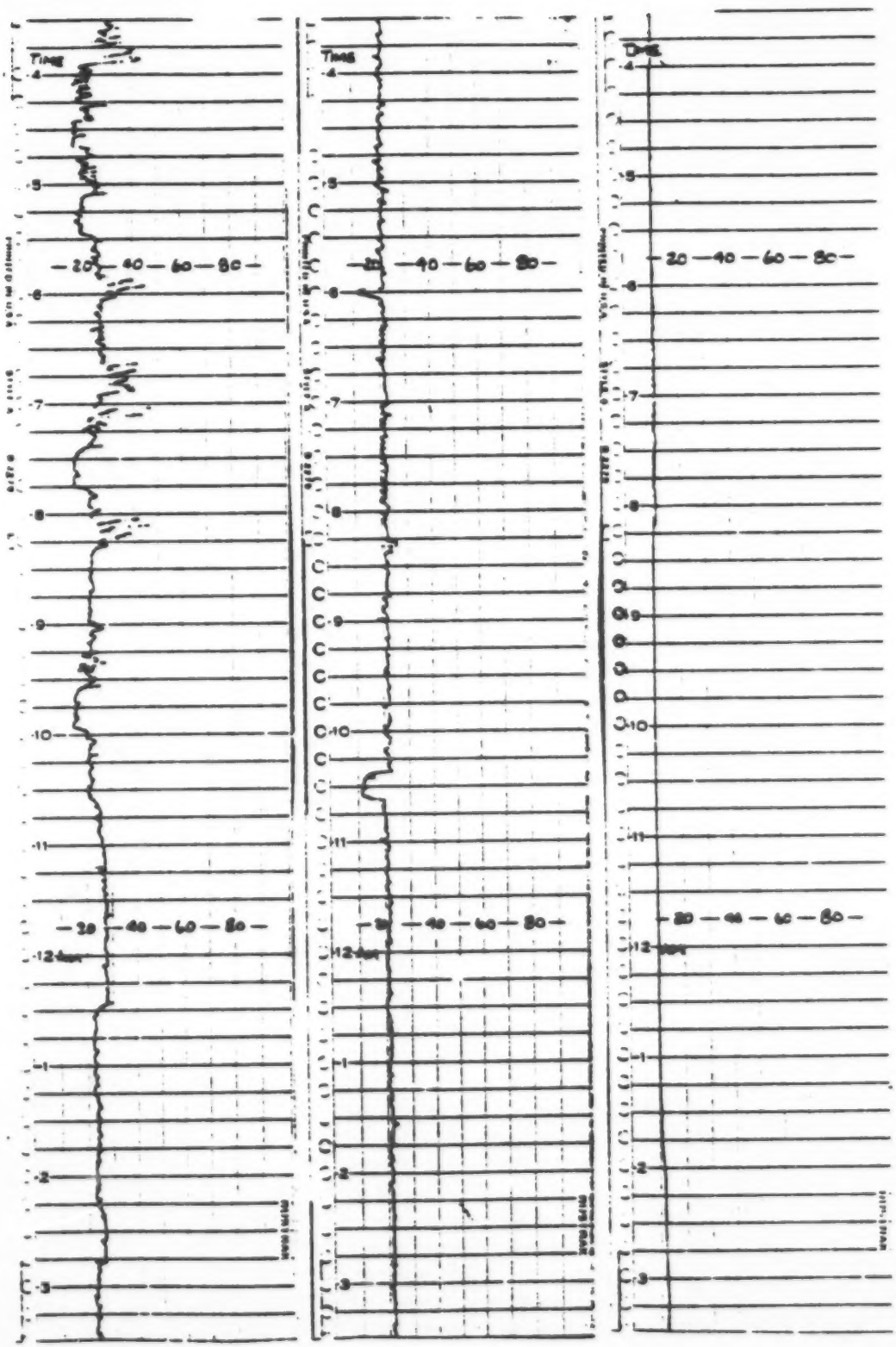
HÔPITAL 500

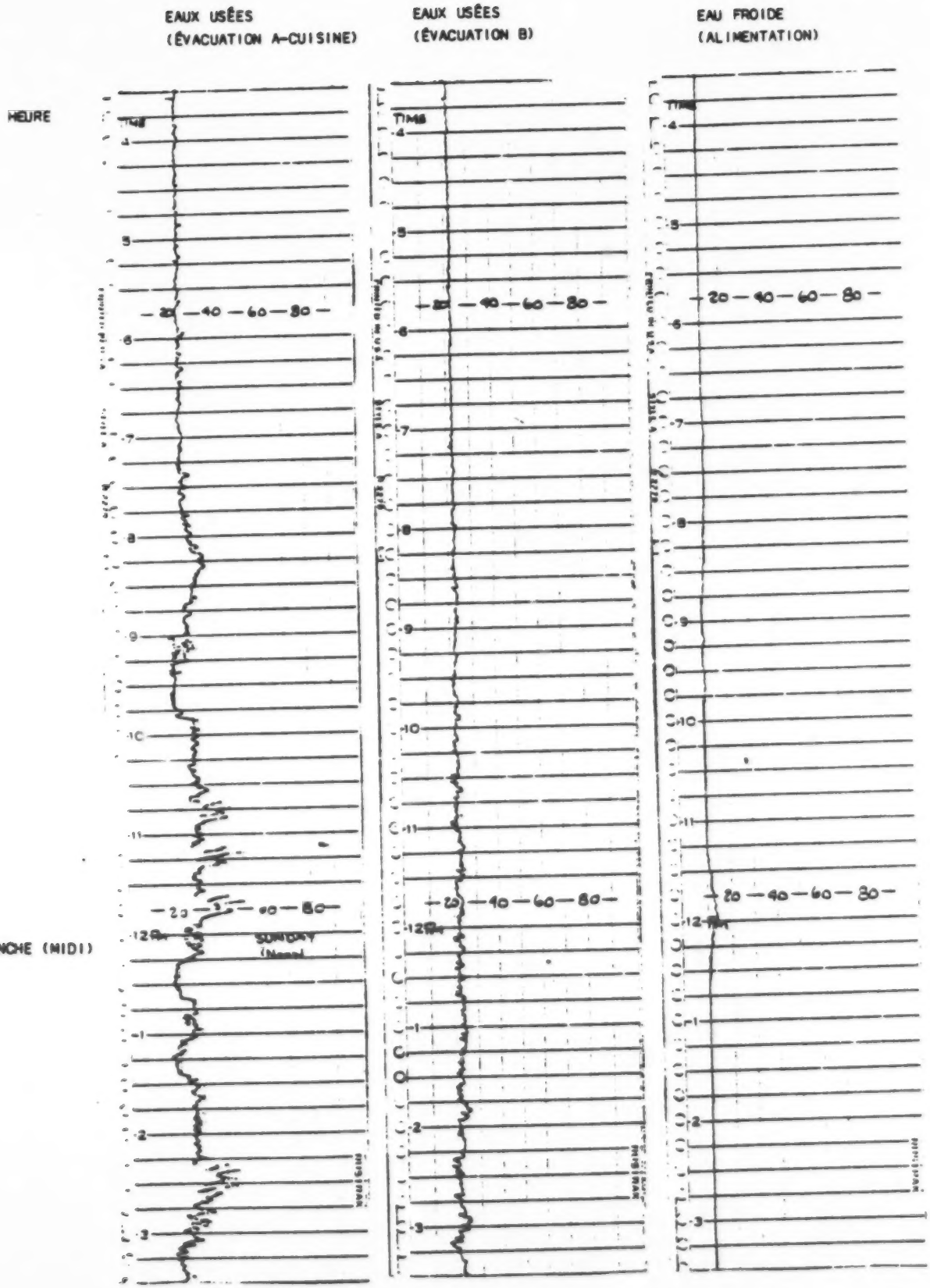
EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)

EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)

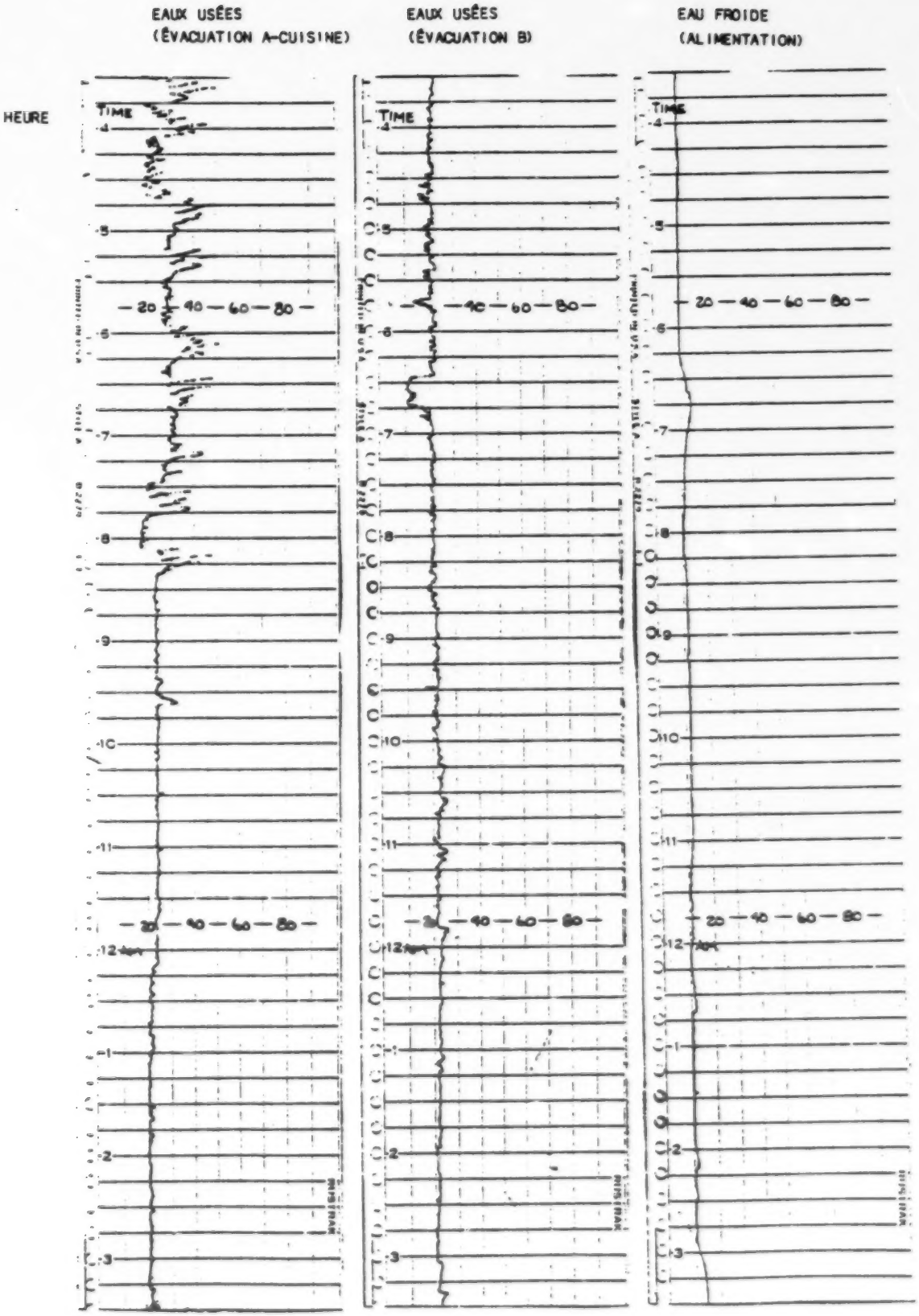
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)

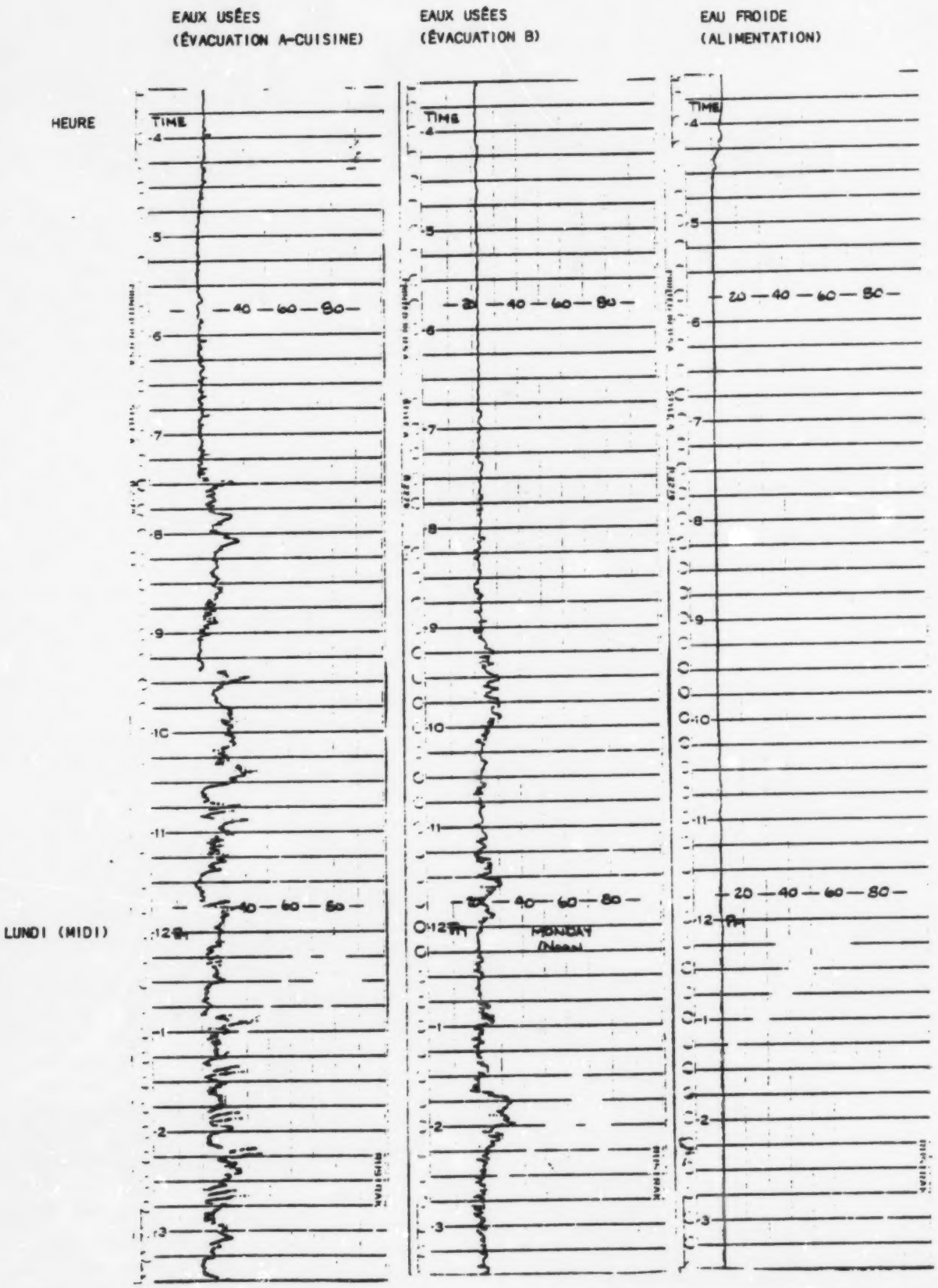
HEURE




EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)
EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)
HEURE
DIMANCHE (MIDI)
TIME
SUNDAY
(Noon)

HÔPITAL 500


EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)
EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)
HEURE
TIME
4
5
6
7
8
9
10
11
12
1
2
3
20
40
60
80

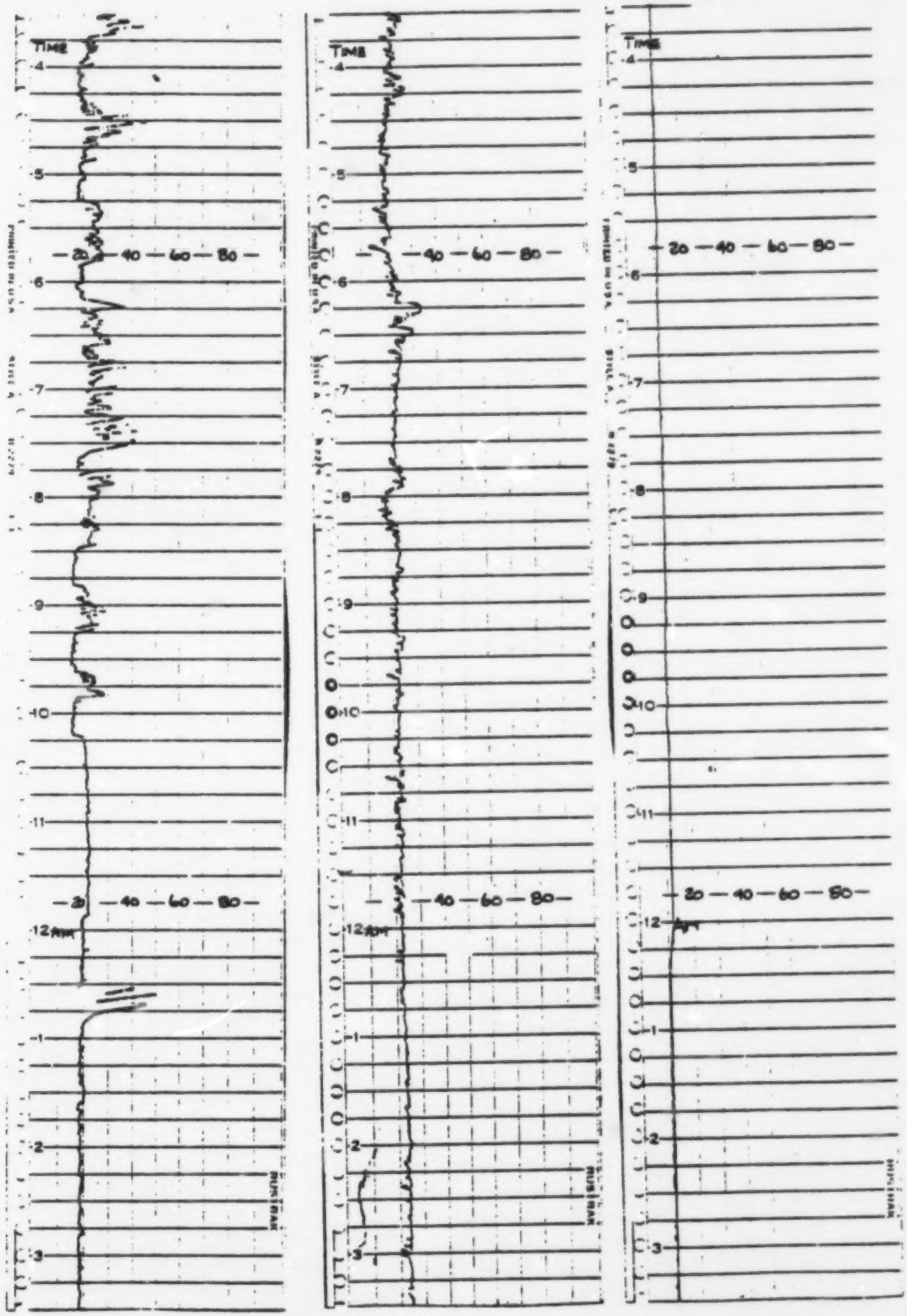

EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)
EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)
HEURE
TIME
LUNDI (MIDI)
MONDAY
Noon

EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)

EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)

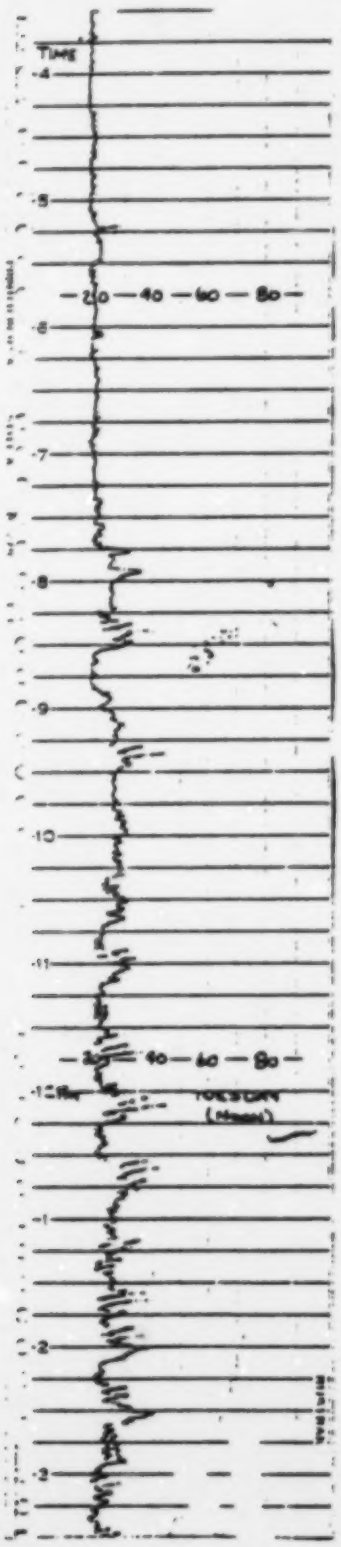
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)

HEURE

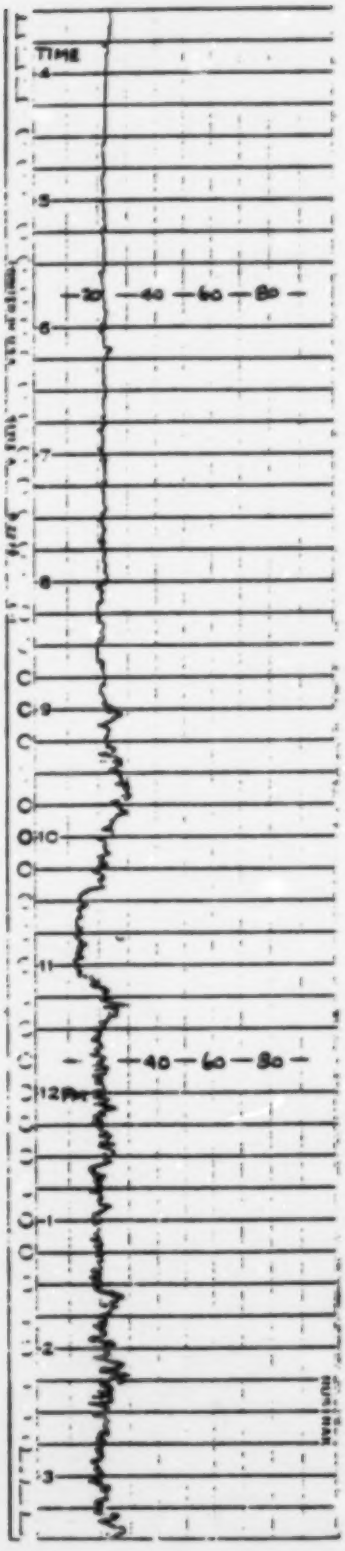


MARDI (MIDI)

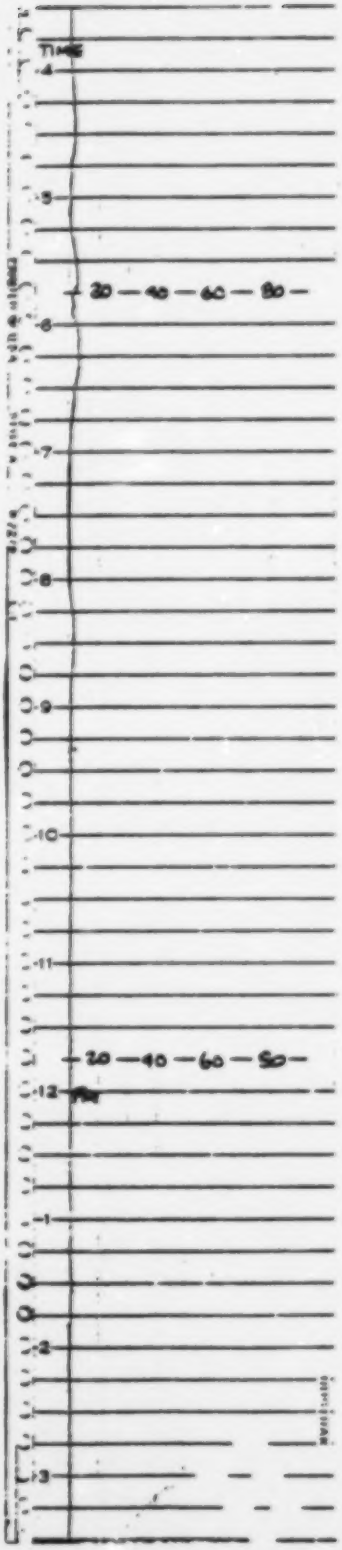
EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)



EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)



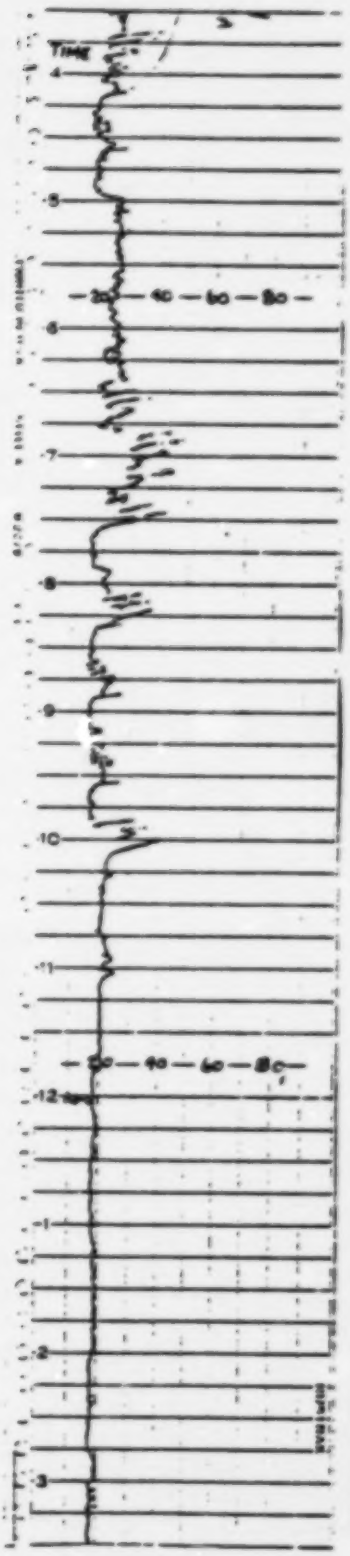
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)



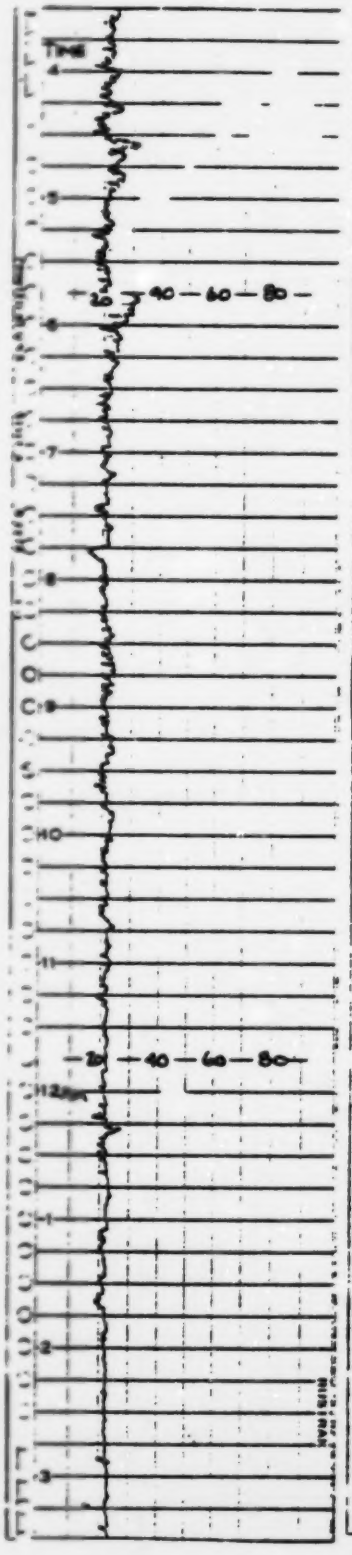
HÔPITAL 500

HEURE

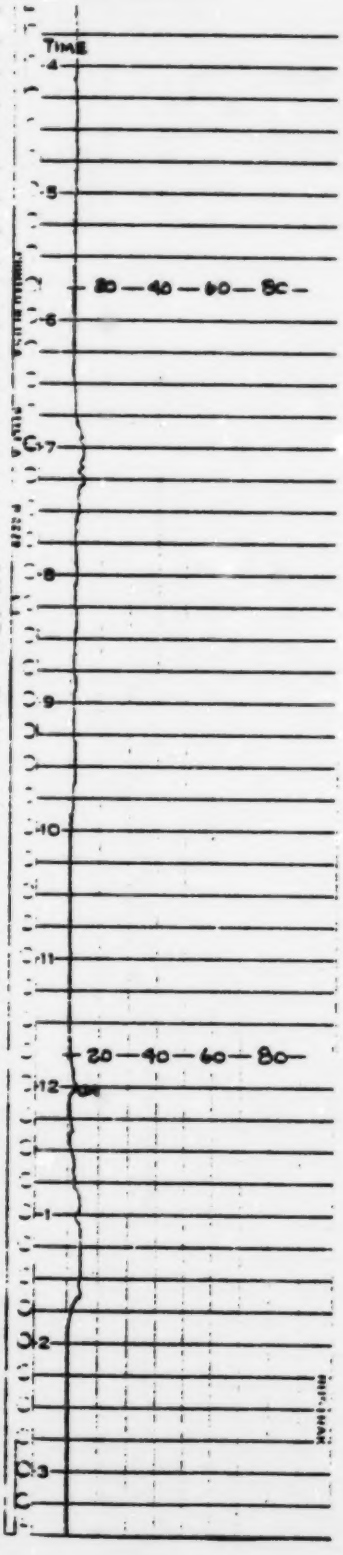
EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)

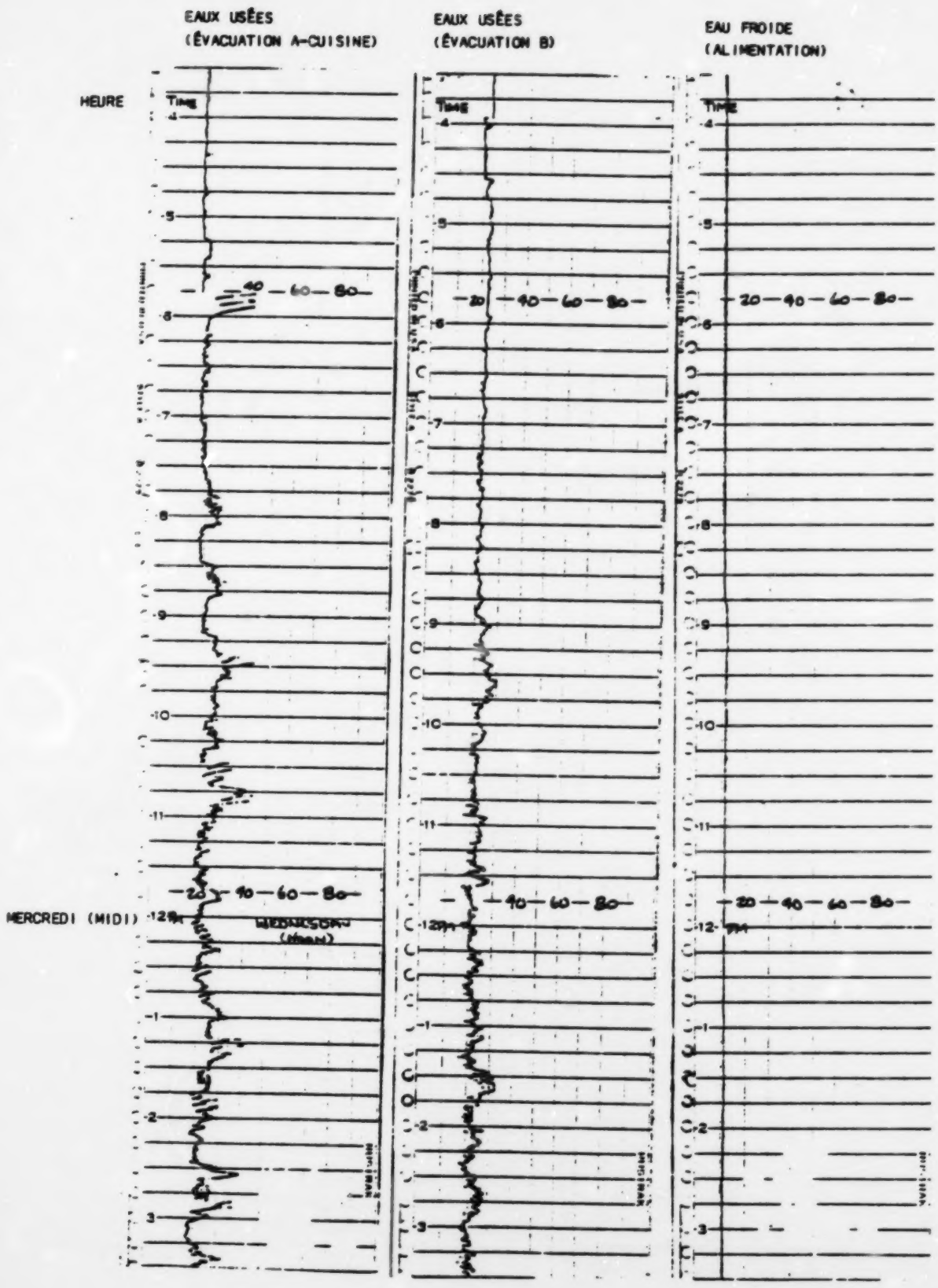


EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)



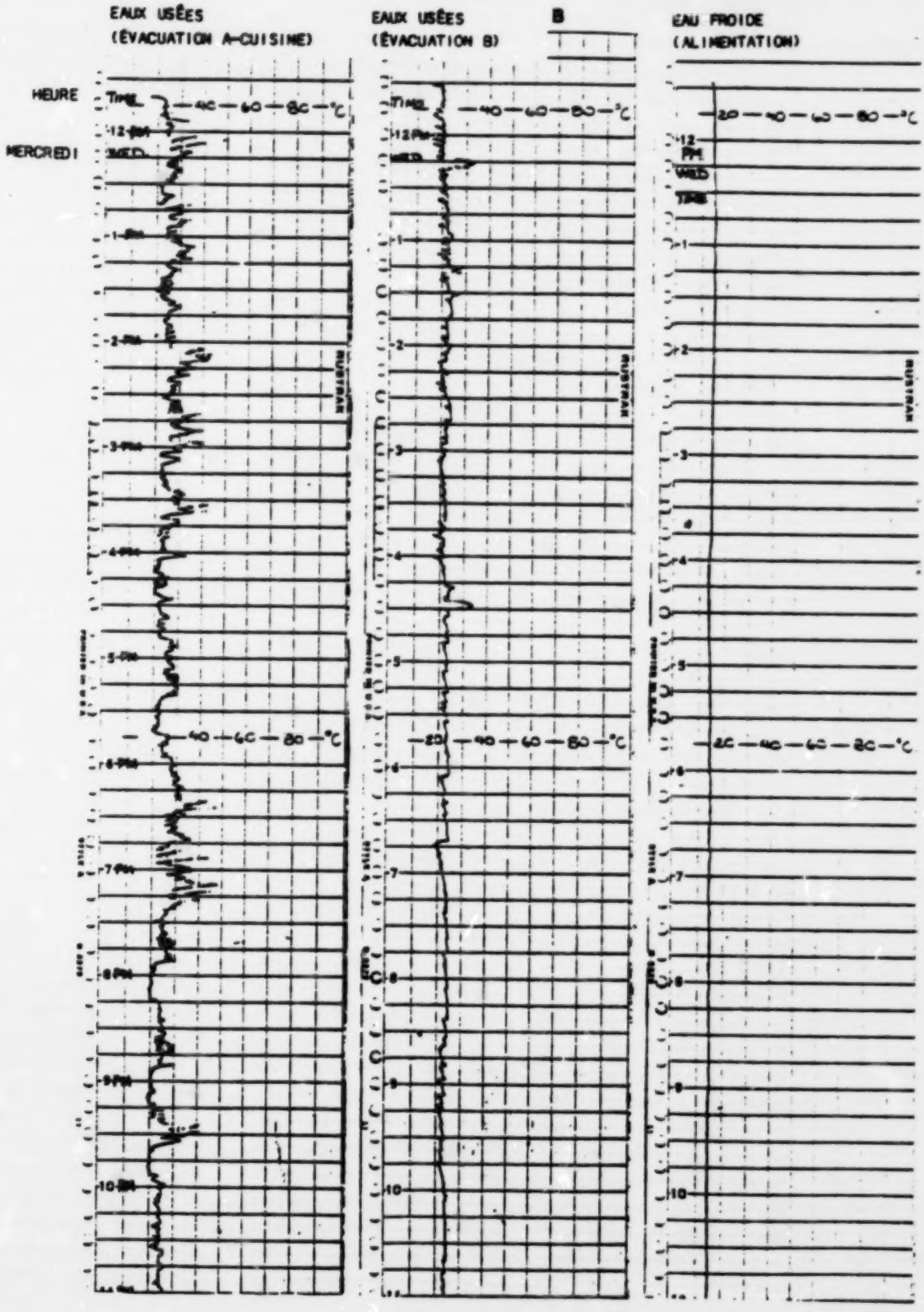
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)

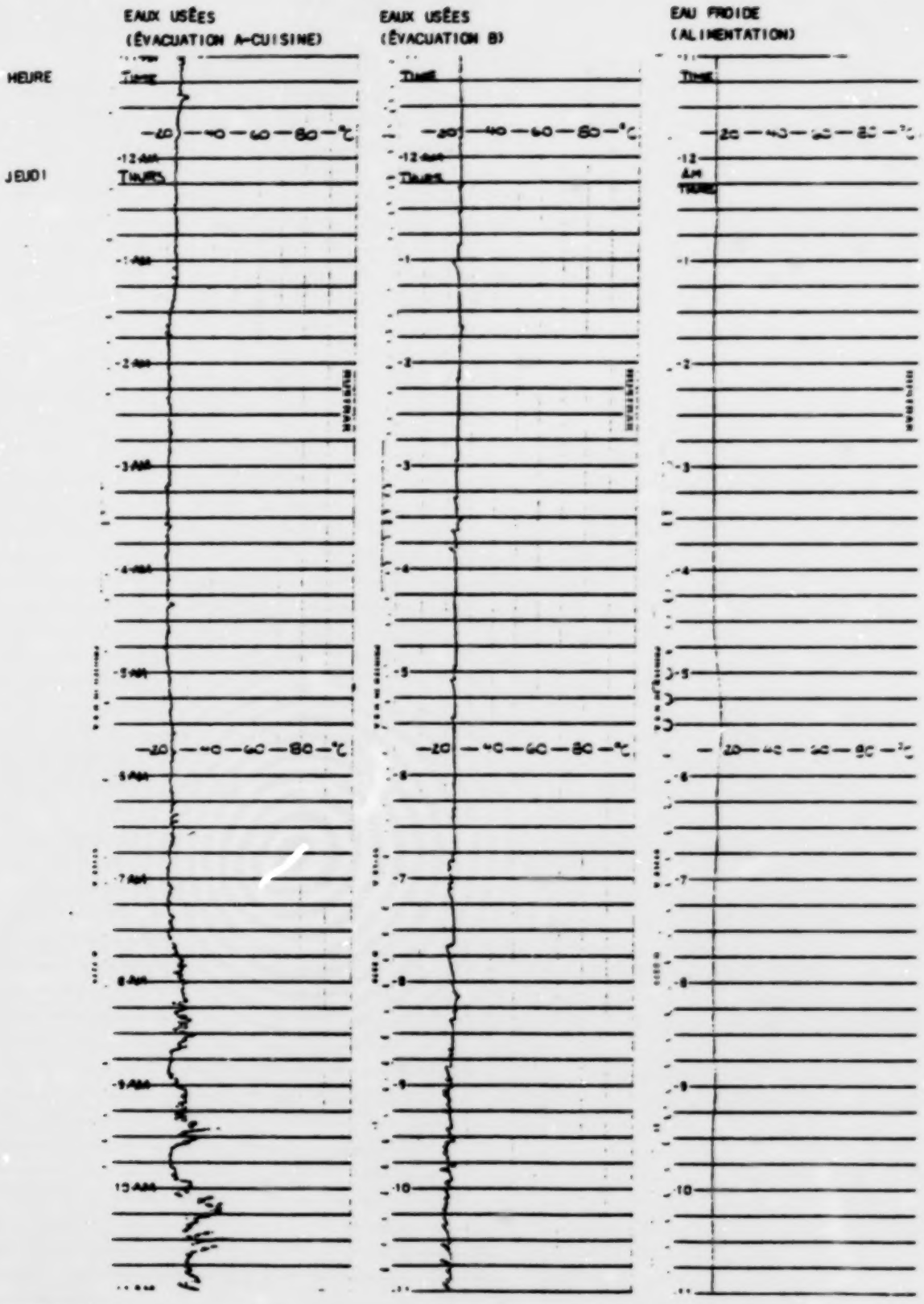



EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)
EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)
HEURE
MERCREDI (MIDI)

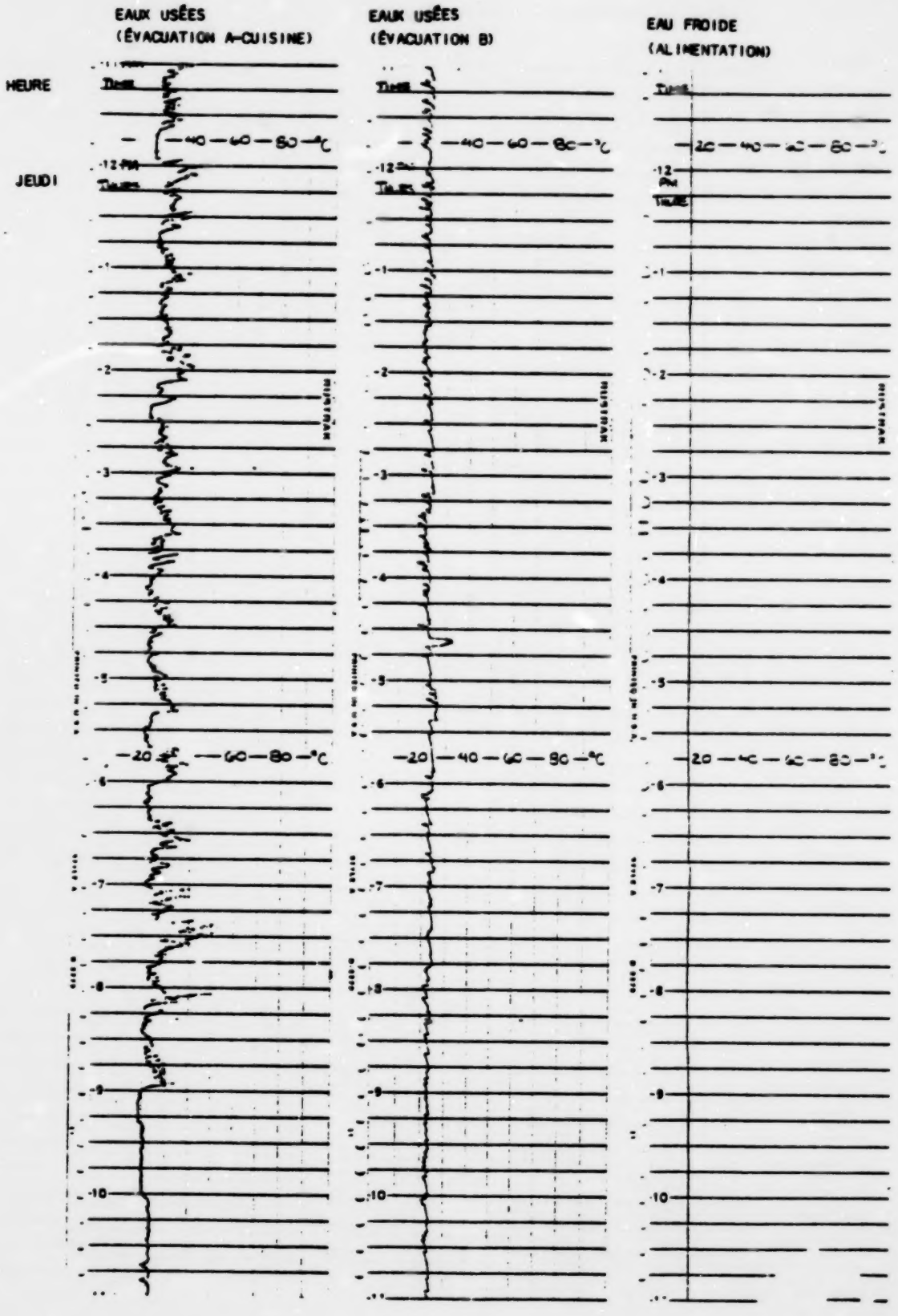
HÔPITAL 500

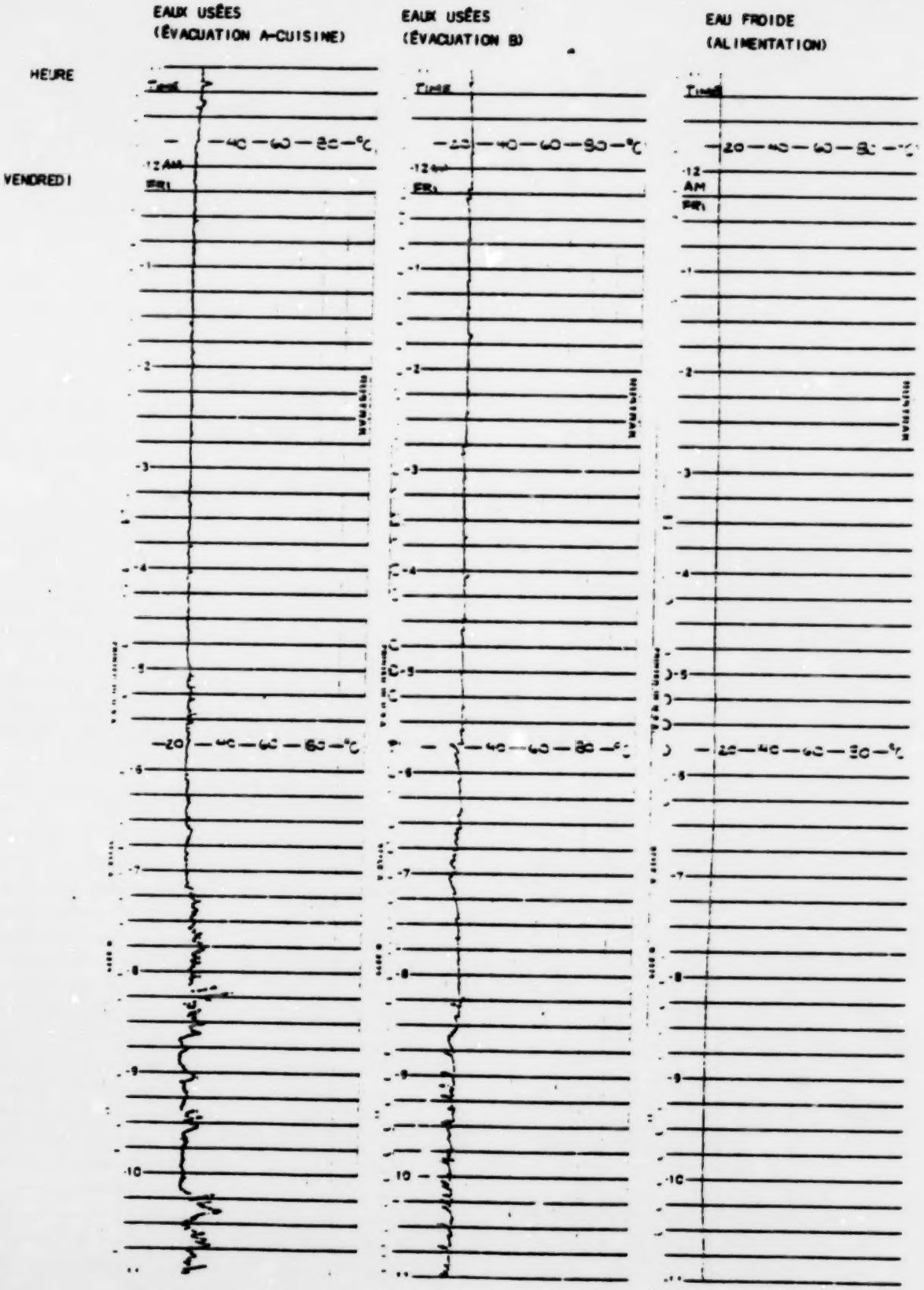
DU 25 AOÛT AU 1er SEPT. 1982

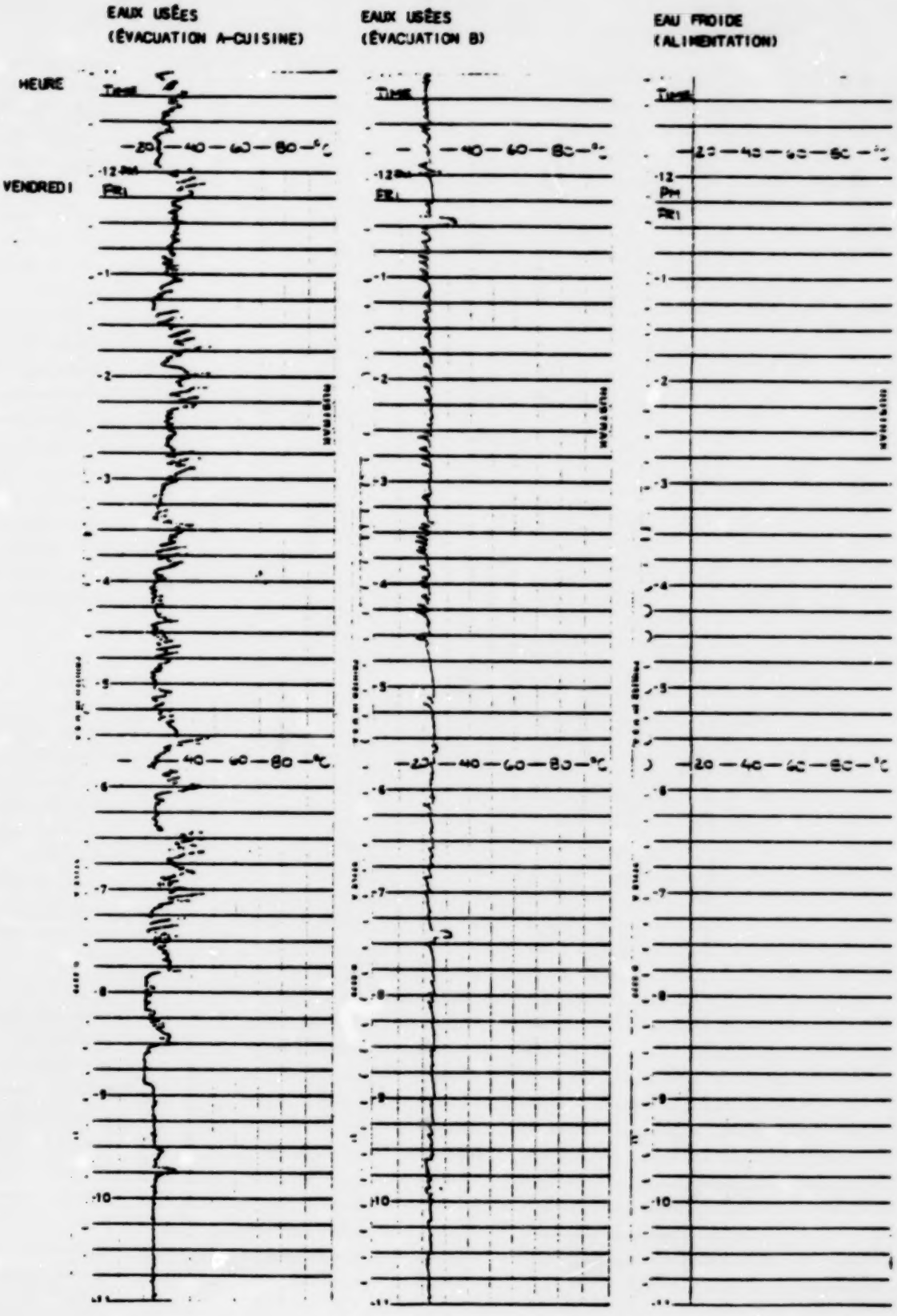


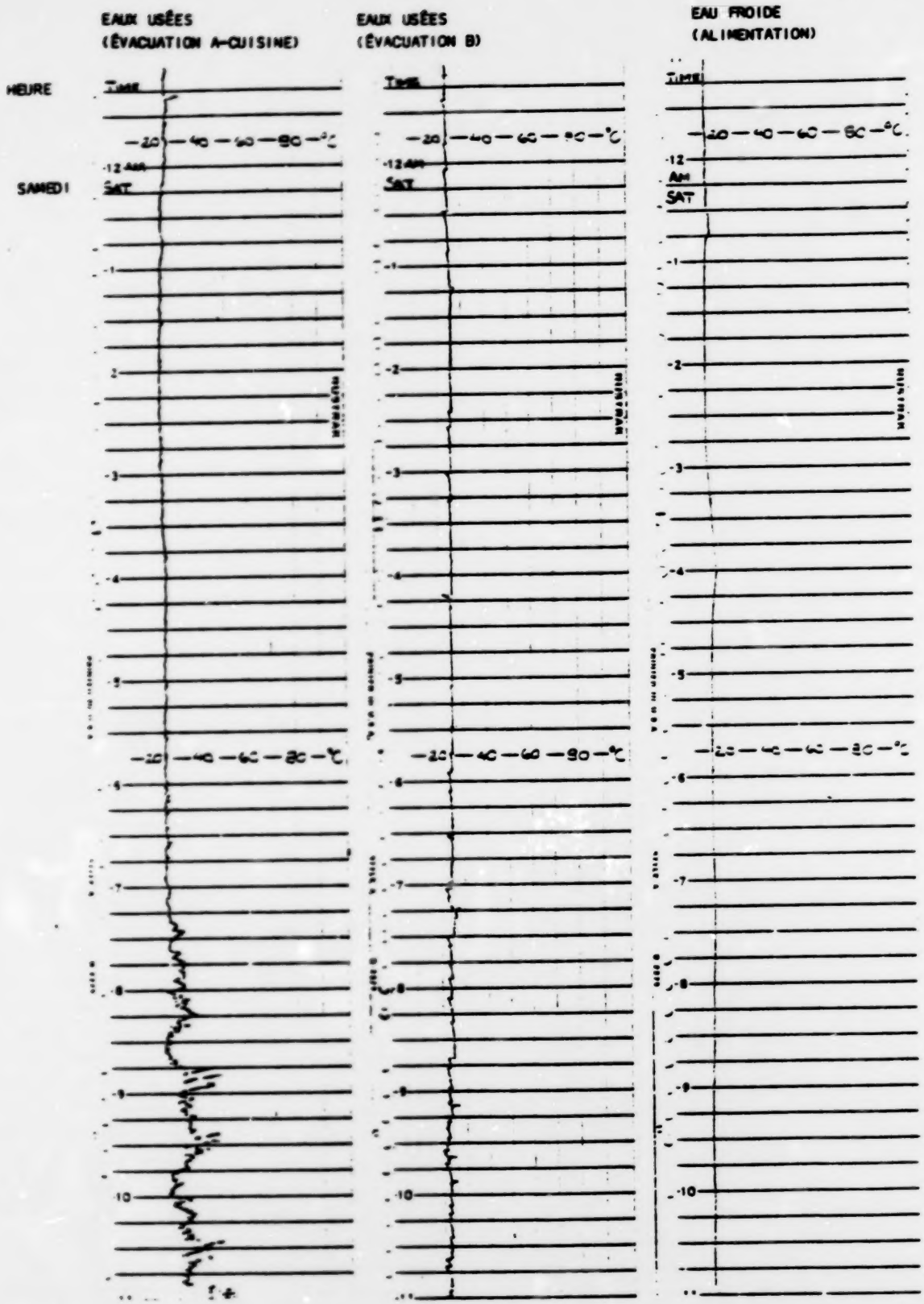

EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)
EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)
HEURE
JEUDI
-20 — +0 — 60 — 80 — °C
-20 — +0 — 60 — 80 — °C
-20 — +0 — 60 — 80 — °C

HÔPITAL 500


EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)
EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)
HEURE
JEUDI
12 PM
MIDNIGHT
-40 -60 -80 °C
-20 -40 -60 -80 °C


EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)
EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)
HEURE
VENDREDI
12 AM
FRI
-40 -60 -80 °C
-20 -40 -60 -80 °C


EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)
EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)
HEURE
VENDREDI
20 — 40 — 60 — 80 — °C
12 PM
FRI
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

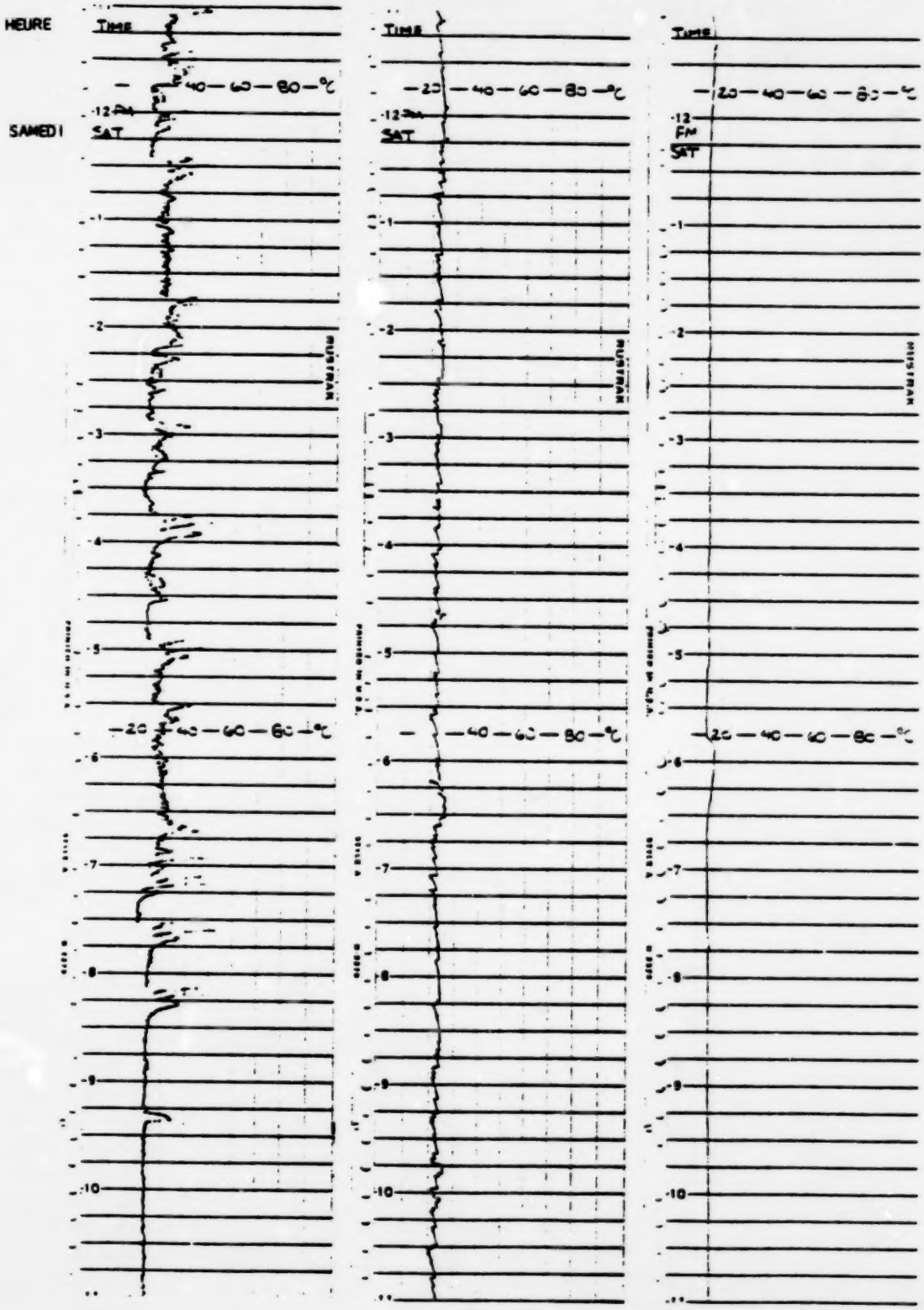

EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)
EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)
HEURE
SAMEDI
SAT
-20 -40 -60 -80 °C

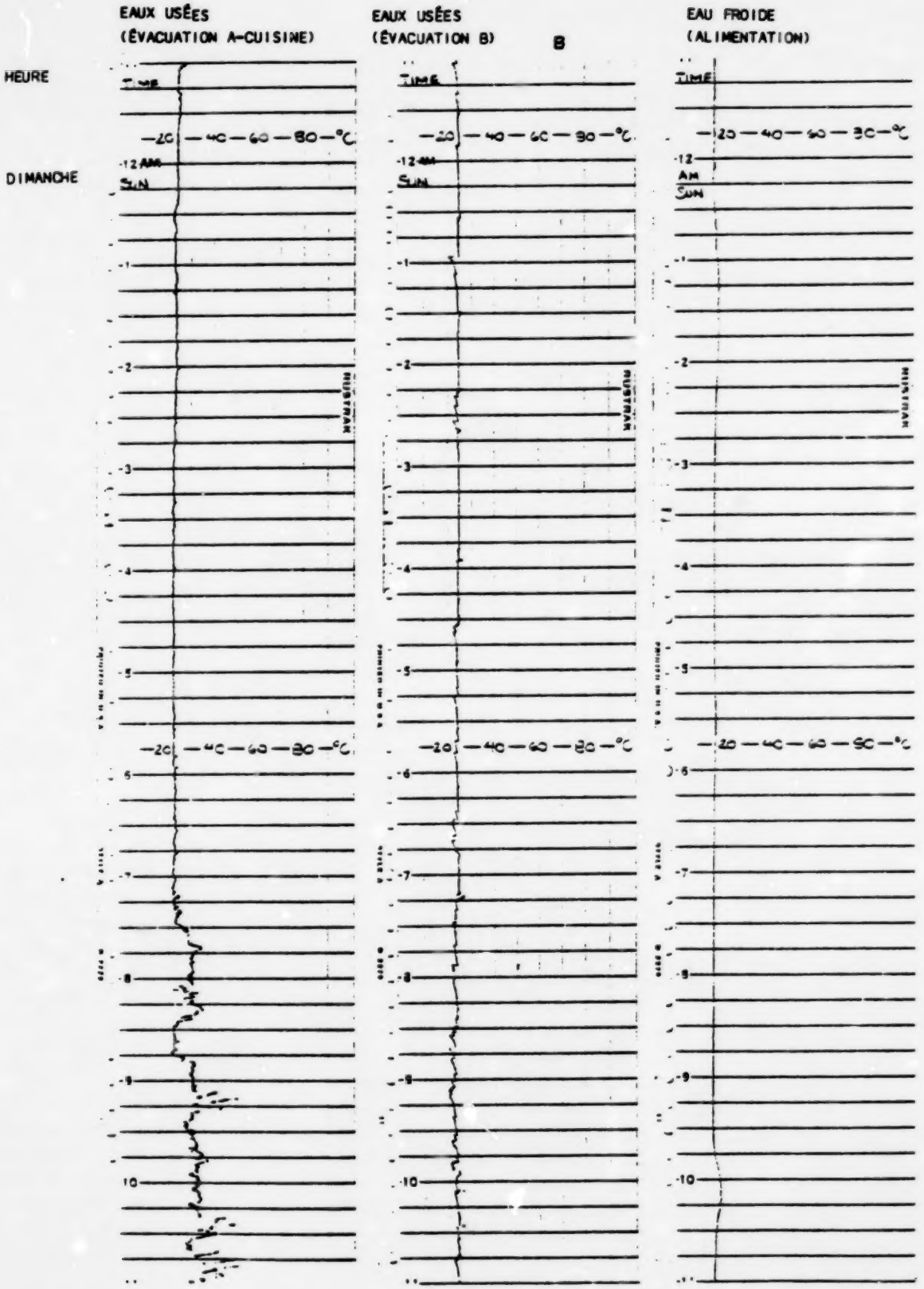
HÔPITAL 500

EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)

EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)

EAU FROIDE
(ALIMENTATION)




EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)
EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)
B
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)
HEURE
DIMANCHE
TIME
-20 -40 -60 -80 -°C
12 AM
SUN
HUSTRAK

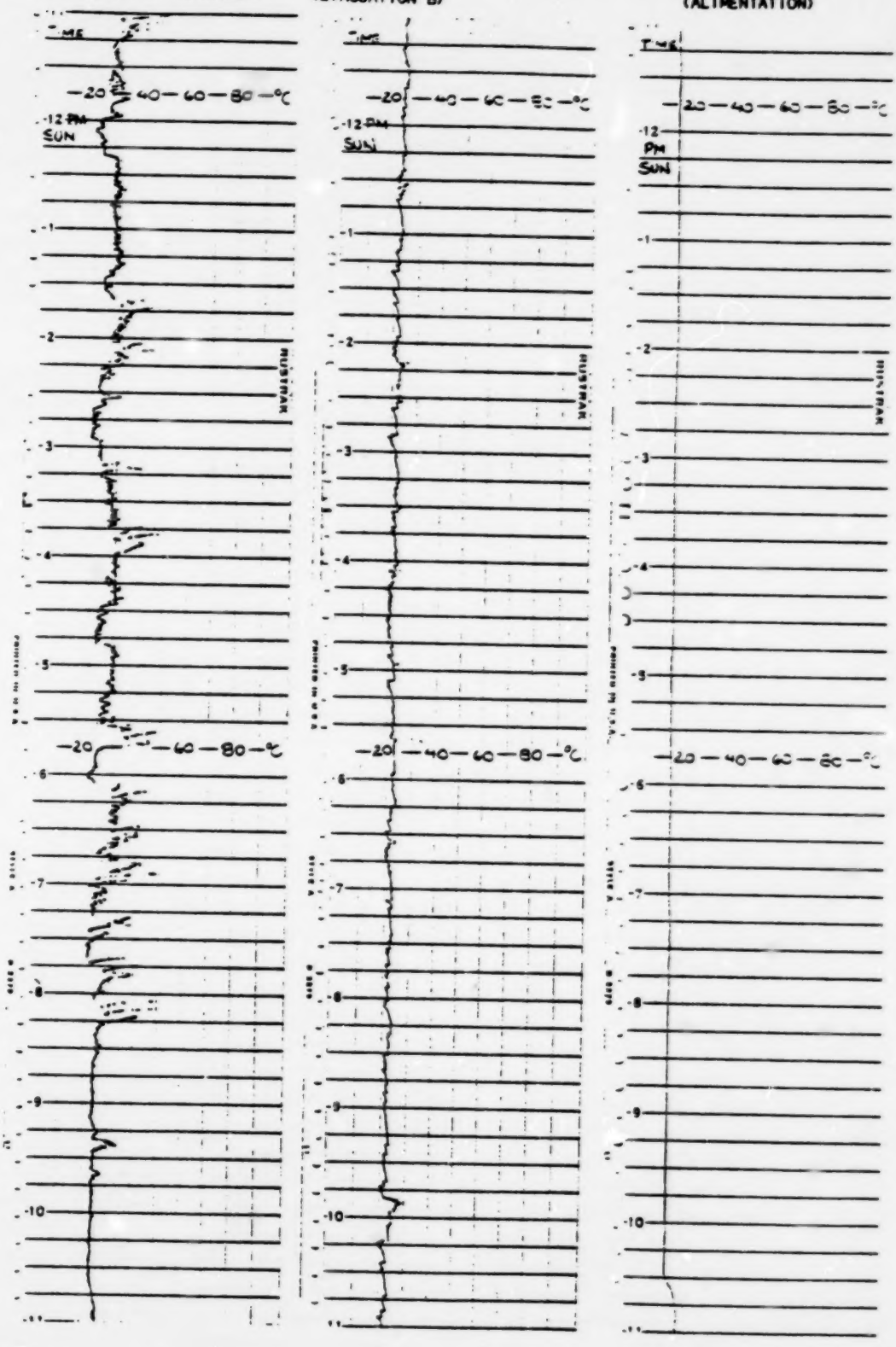
EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)

EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)

EAU FROIDE
(ALIMENTATION)

HEURE

DIMANCHE



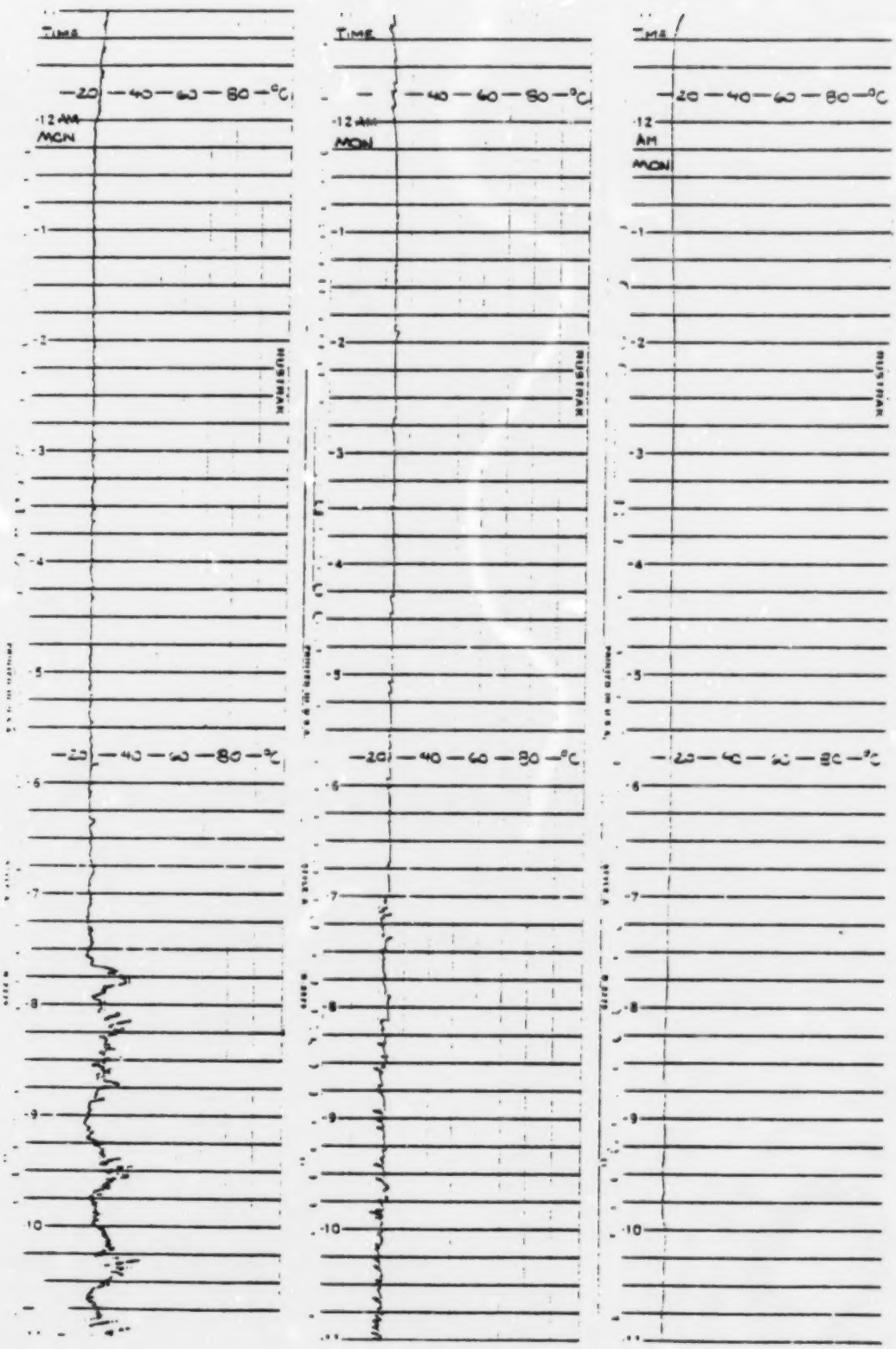
EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)

EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)

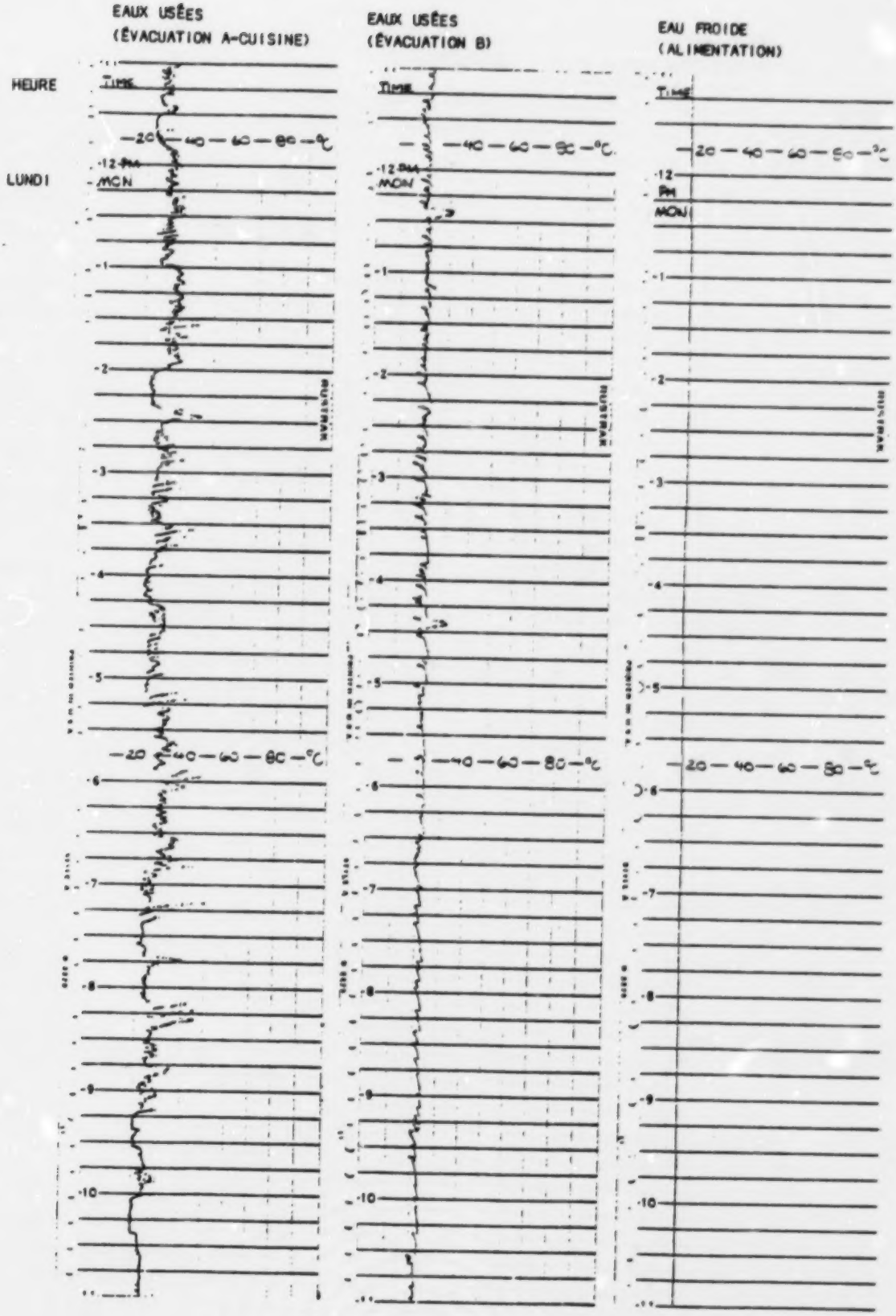
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)

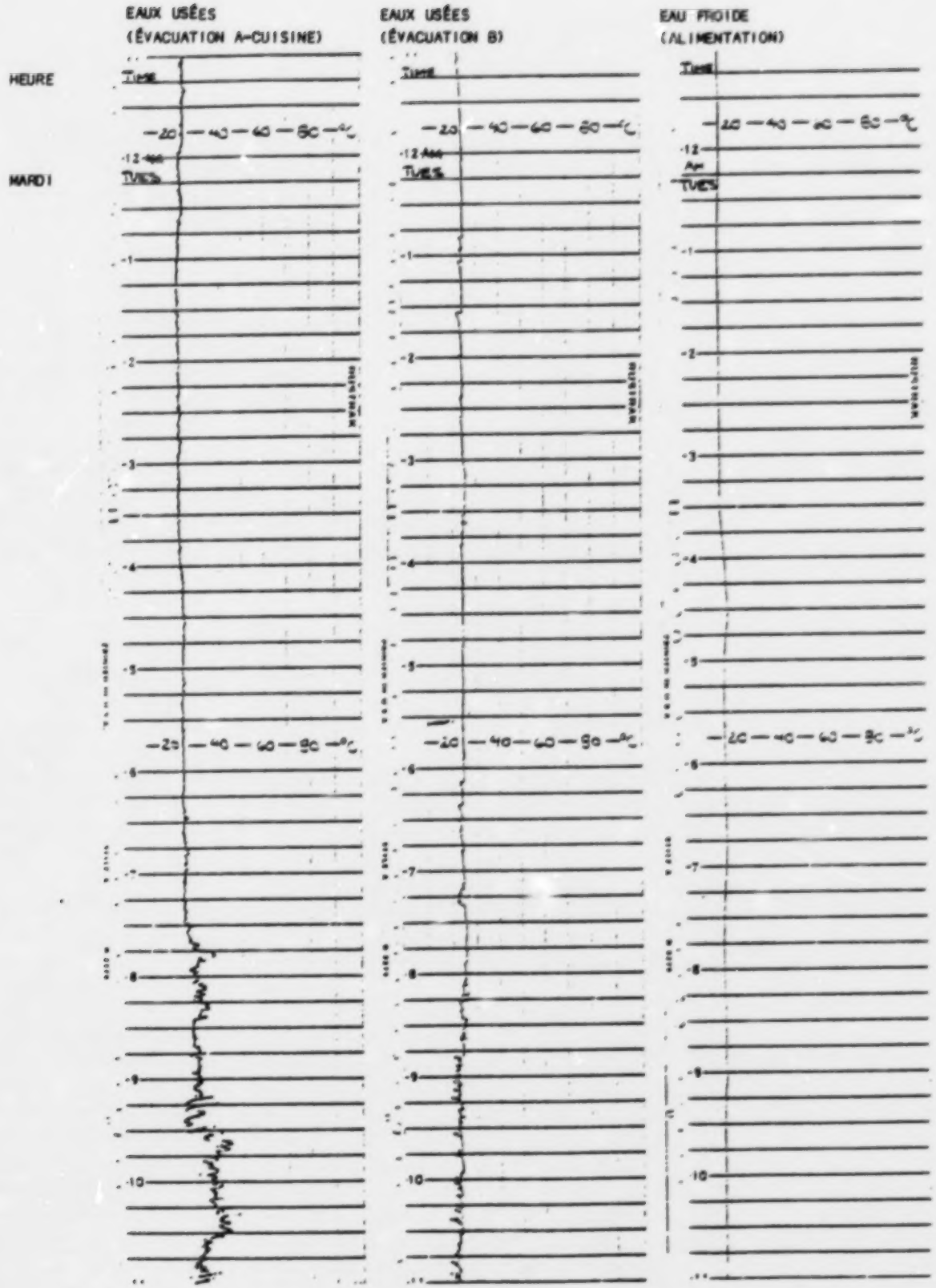
HEURE

LUNDI

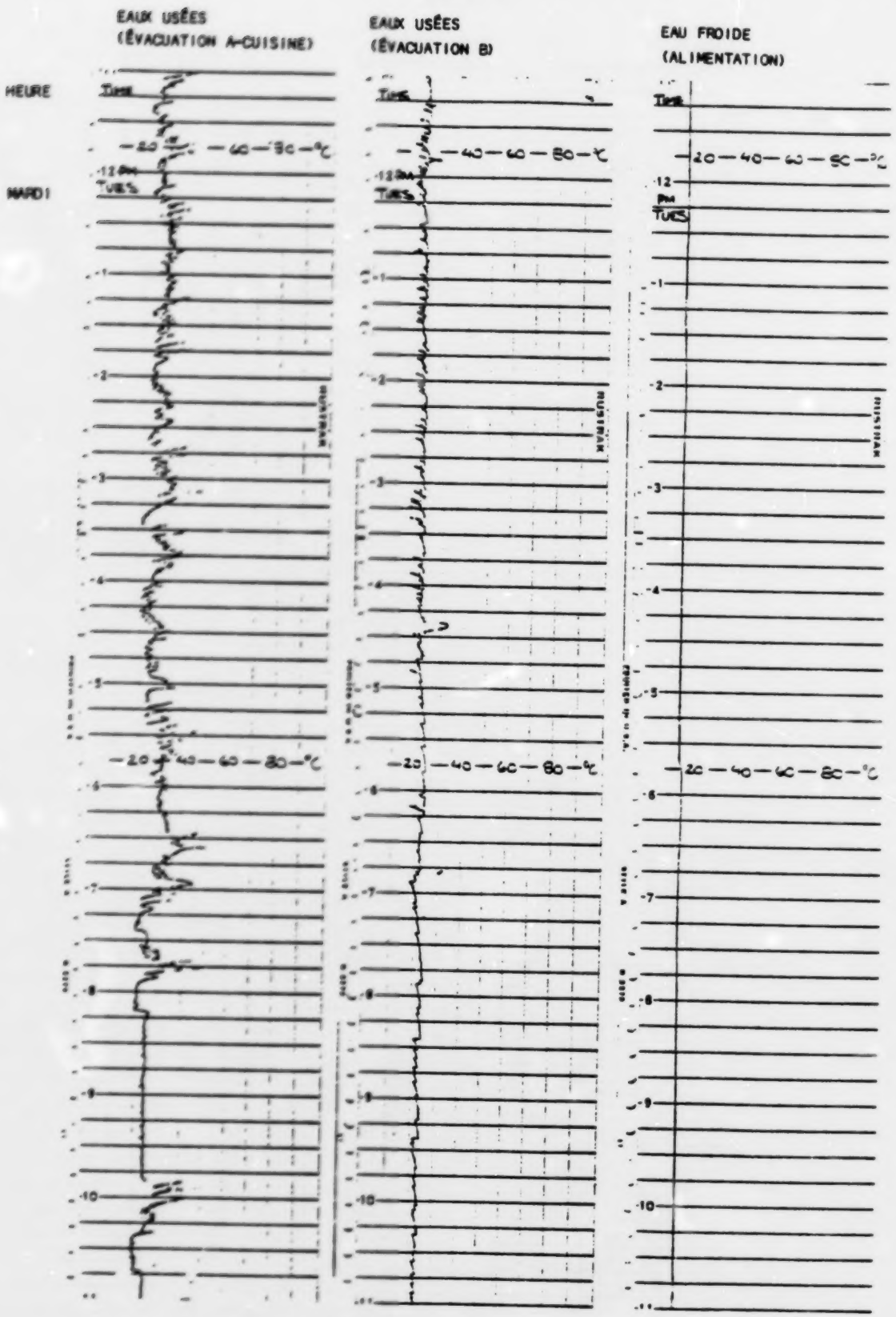


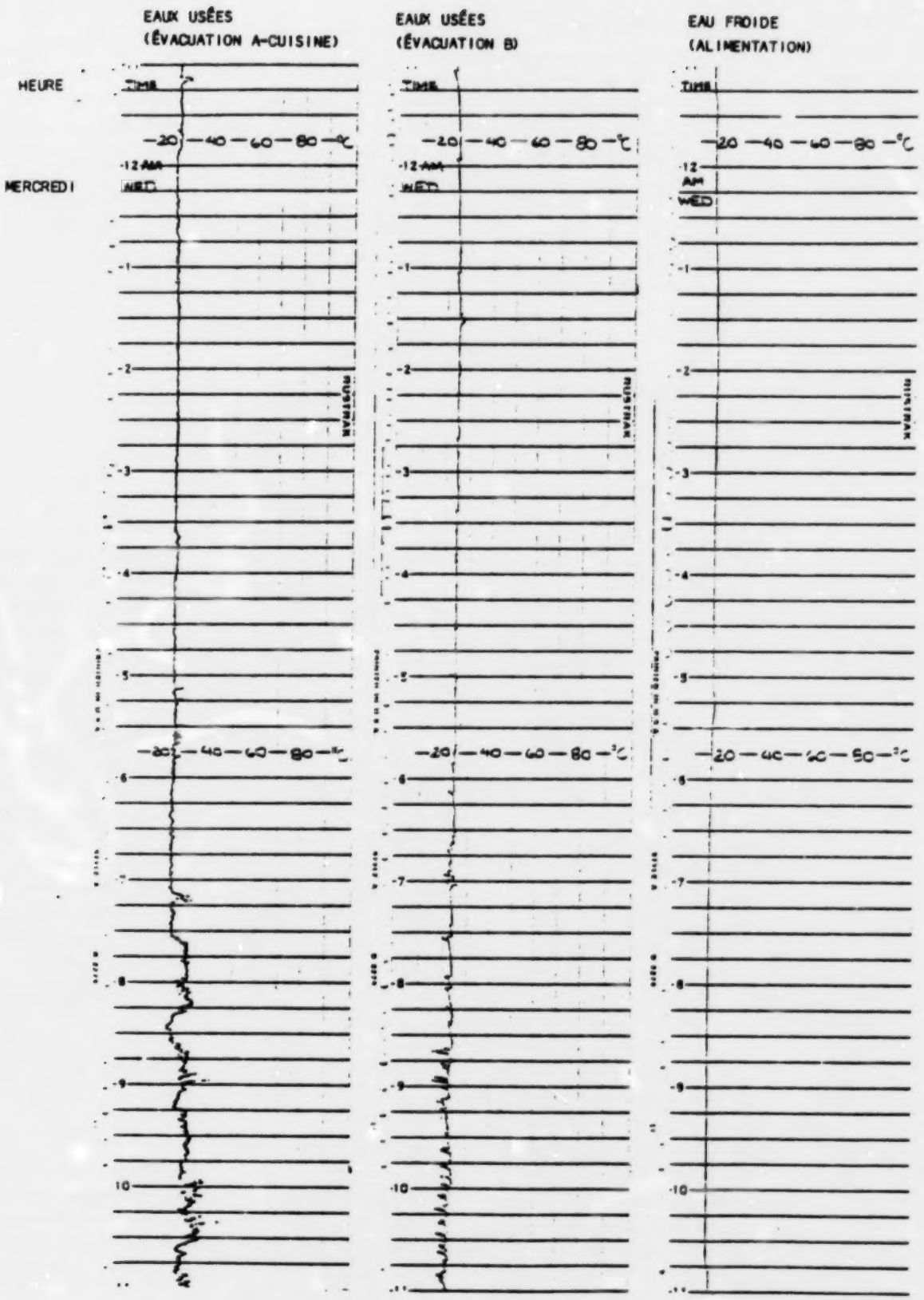
HÔPITAL 500


EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)
EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)
HEURE
LUNDI
TIME
20 — 40 — 60 — 80 — °C
12 PM
MON
MONTREAL


EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)
EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)
HEURE
MARDI
Temp
TVE%
-20 -40 -60 -80 °C

HÔPITAL 500


EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)
EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)
HEURE
MARDI
TUES
PM
MIDNIGHT
-20 -40 -60 -80 °C


EAUX USÉES
(ÉVACUATION A-CUISINE)
EAUX USÉES
(ÉVACUATION B)
EAU FROIDE
(ALIMENTATION)
HEURE
MERCREDI
TIME
WED
RUSTRAK
-20 -40 -60 -80 °C

HÔPITAL 100

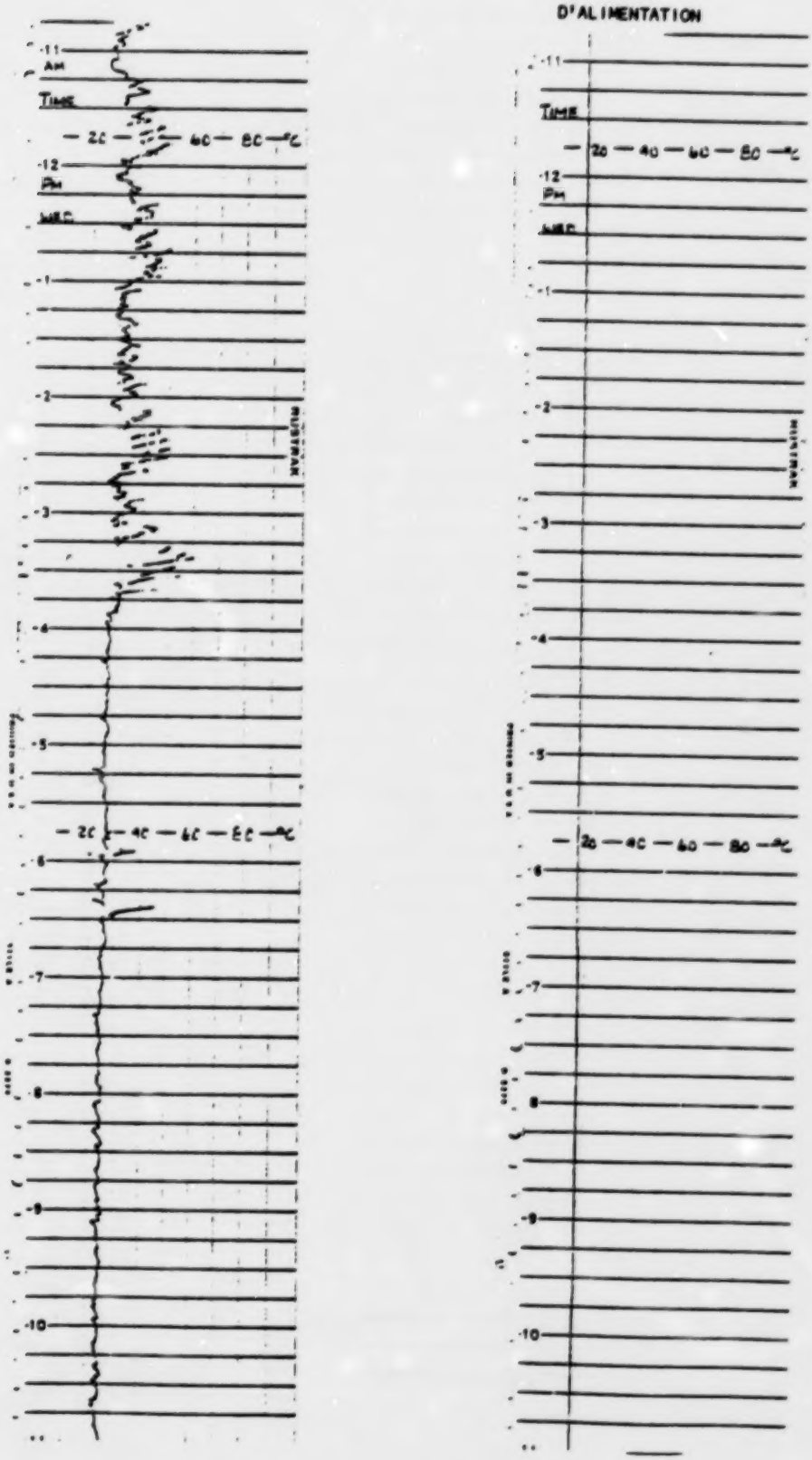
DU 8 AU 15 SEPT. 1982

EAUX USÉES

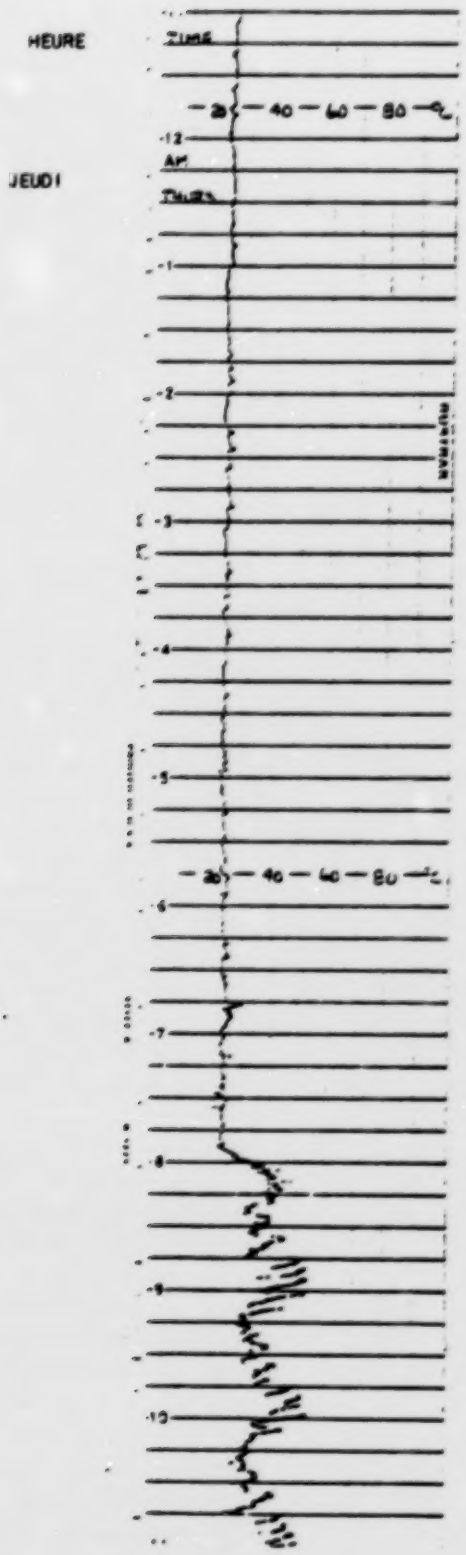
EAU FROIDE D'ALIMENTATION

HEURE

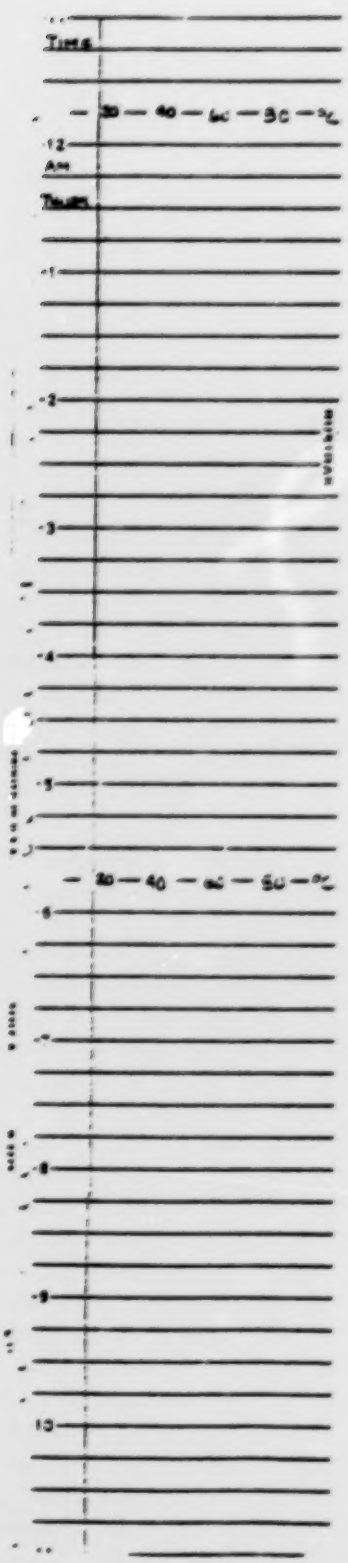
MERCREDI



EAUX USÉES



EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

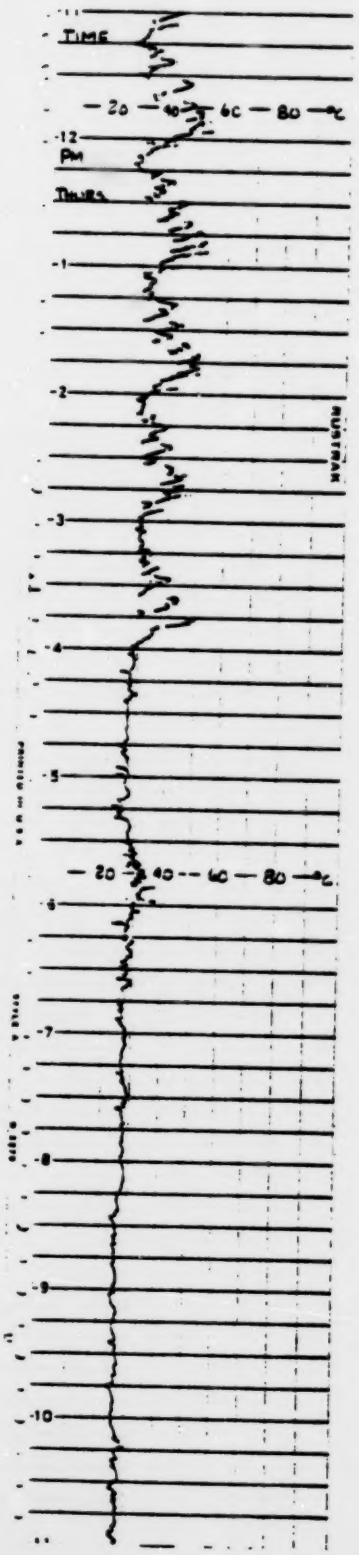


HÔPITAL 100

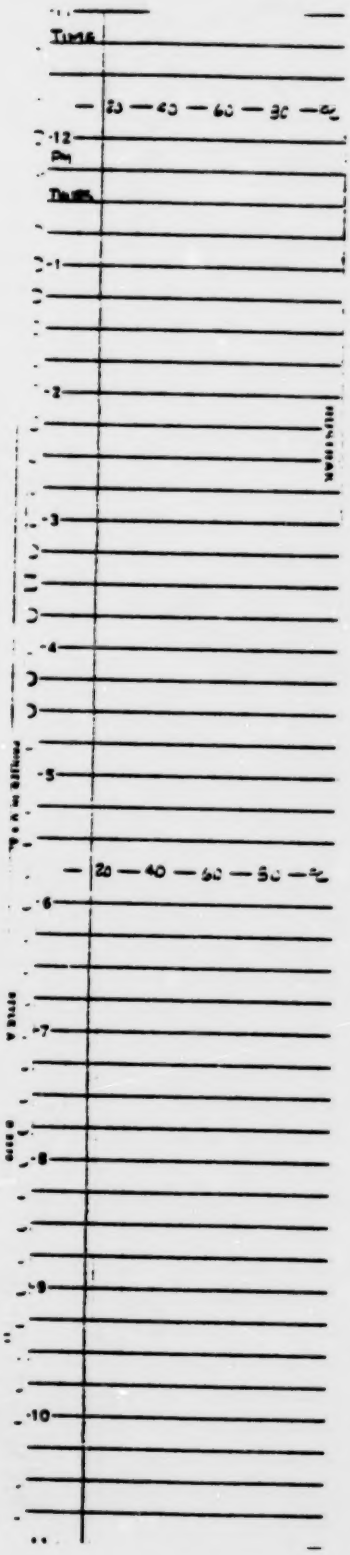
EAUX USÉES

HEURE

JEUDI



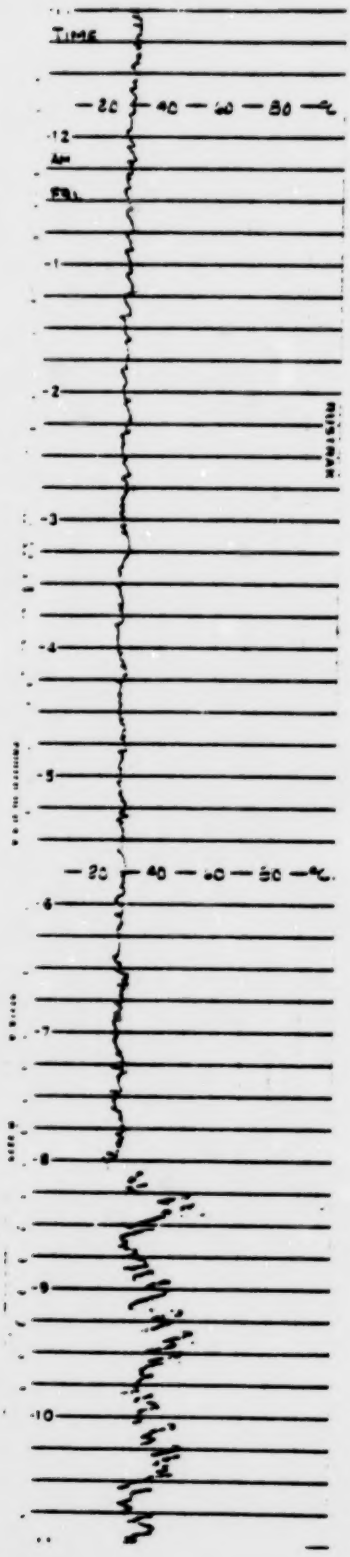
EAU FROIDE
D'ALIMENTATION



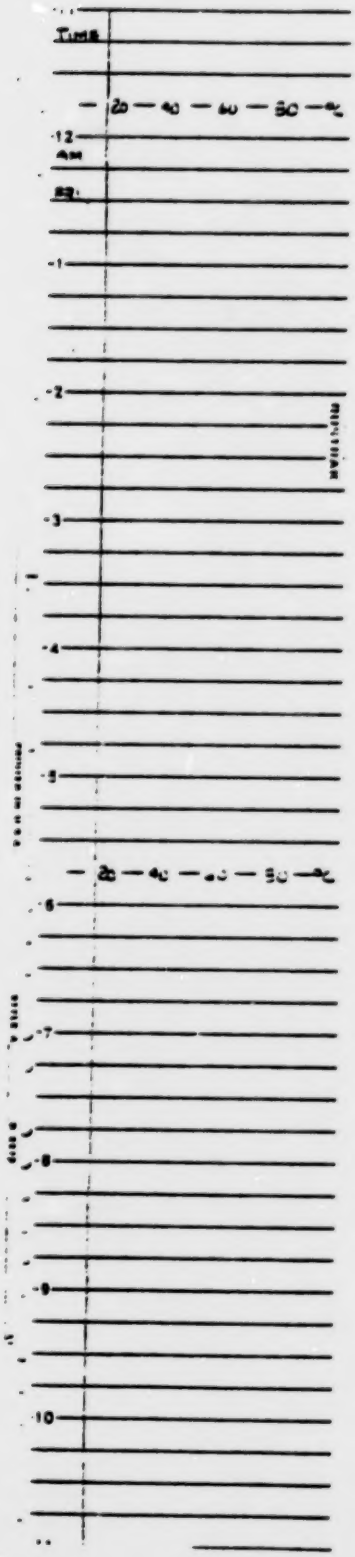
EAUX USÉES

HEURE

VENDREDI

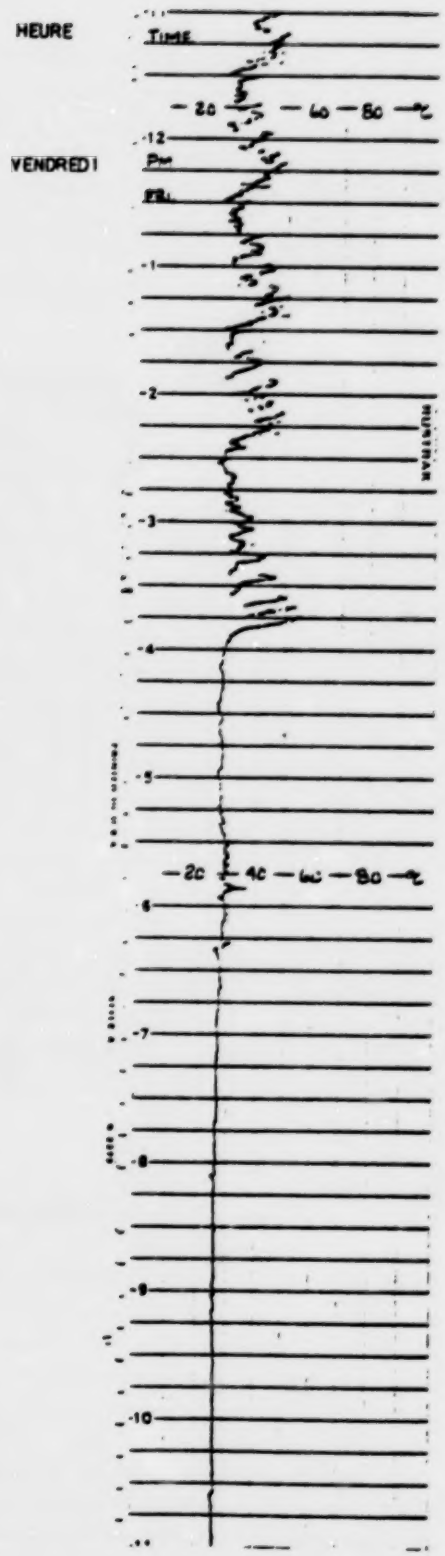


EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

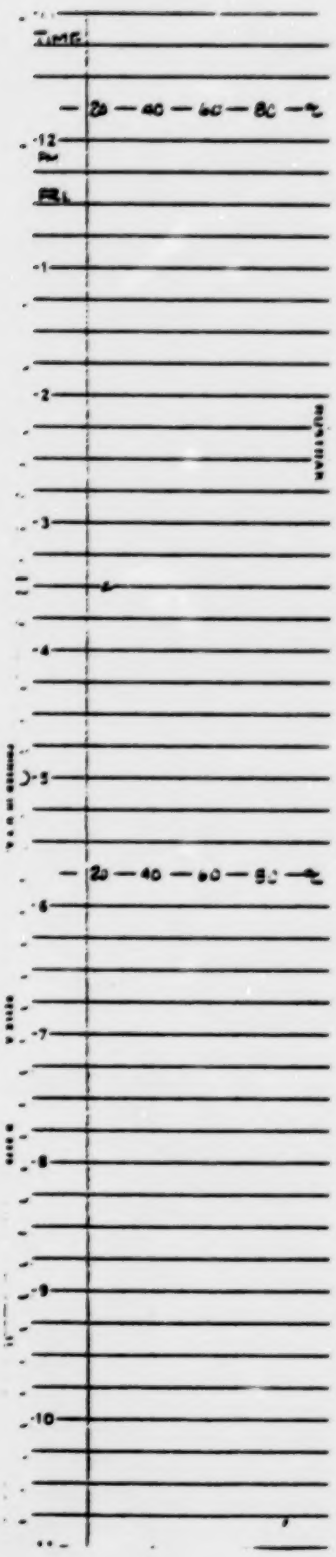


HÔPITAL 100

EAUX USÉES

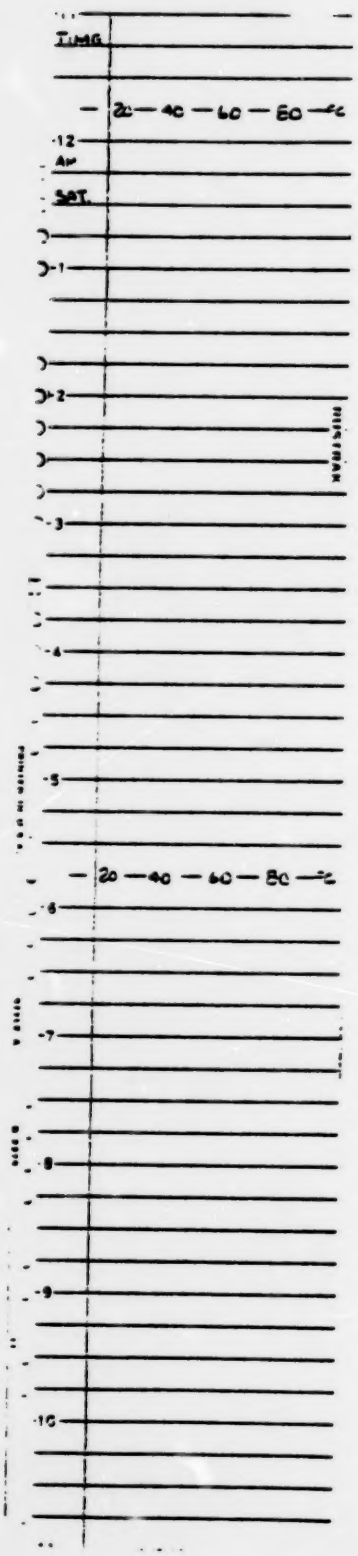


EAU FROIDE
D'ALIMENTATION



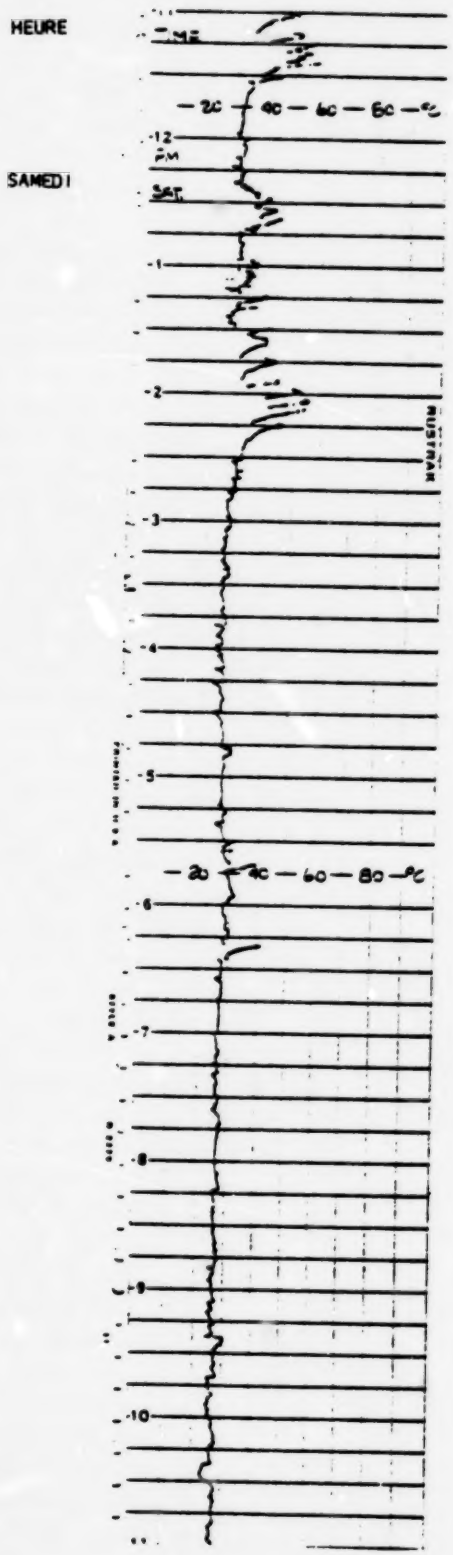
EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

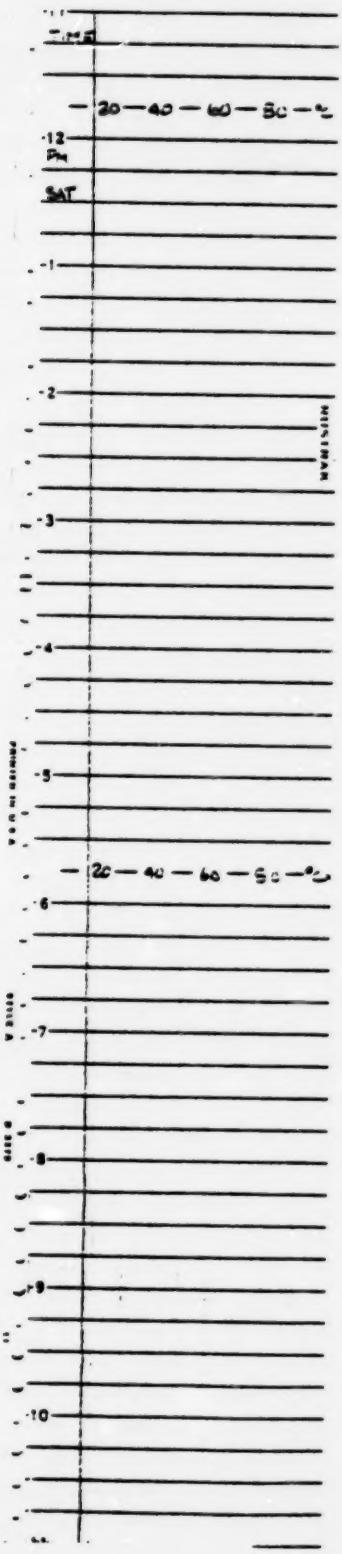


HÔPITAL 100

EAUX USÉES



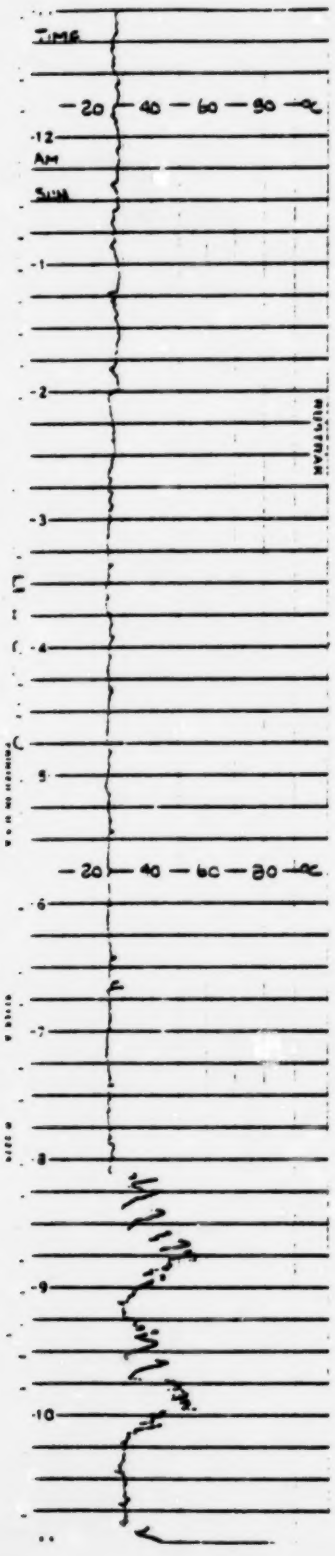
EAU FROIDE D'ALIMENTATION



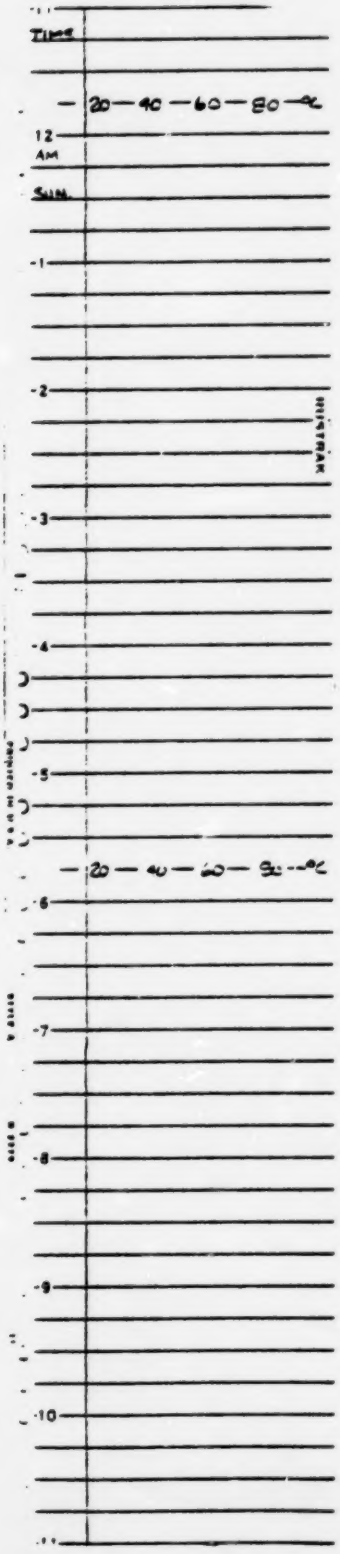
EAUX USÉES

HEURE

DIMANCHE



EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

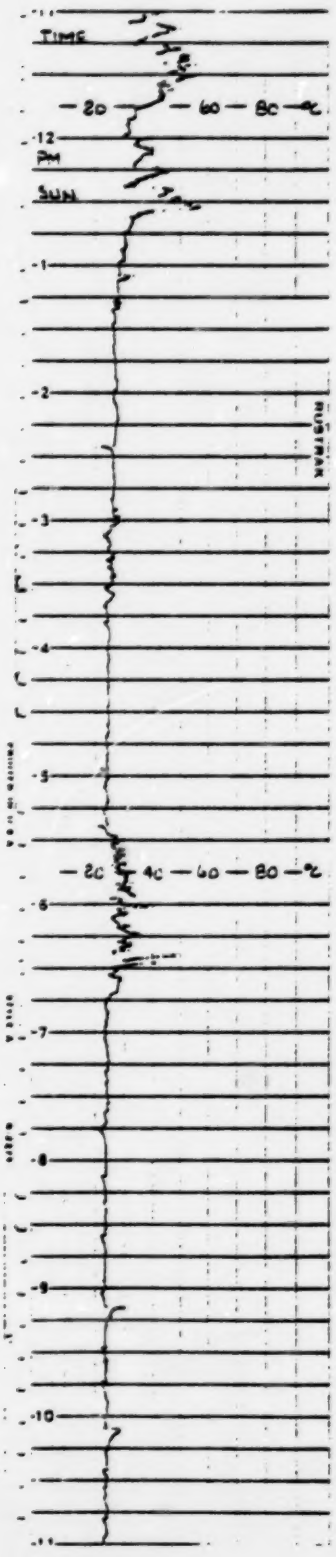


HÔPITAL 100

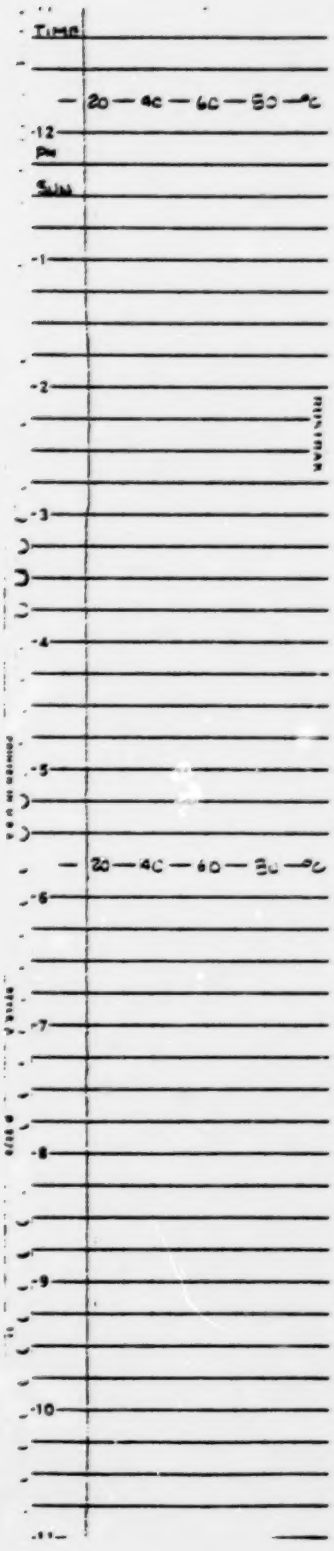
EAUX USÉES

HEURE

DIMANCHE



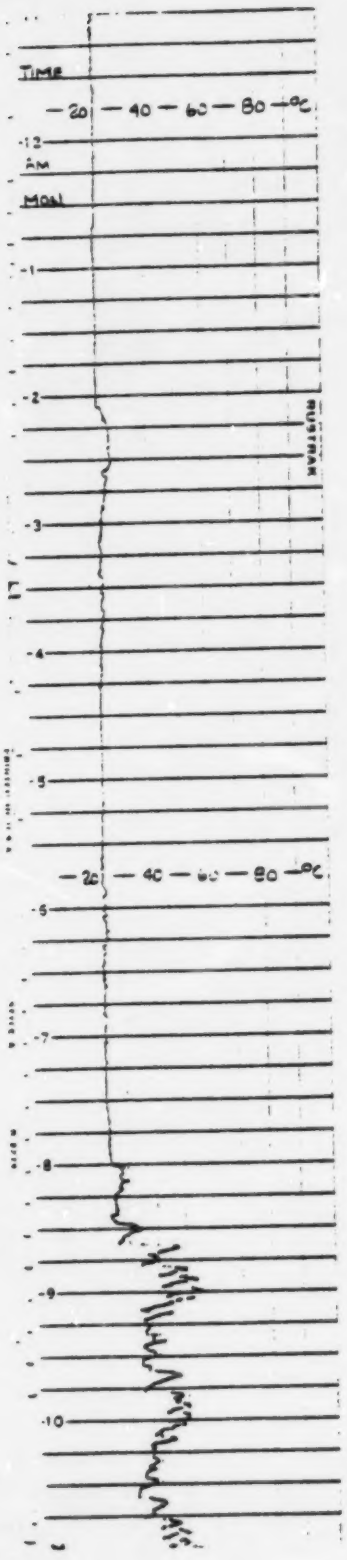
EAU FROIDE
D'ALIMENTATION



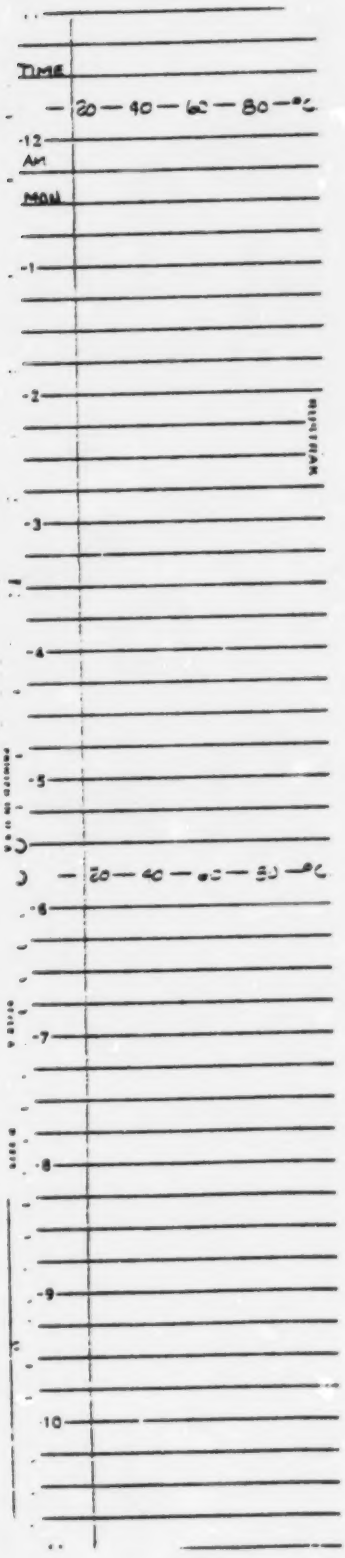
EAUX USÉES

HEURE

LUNDI

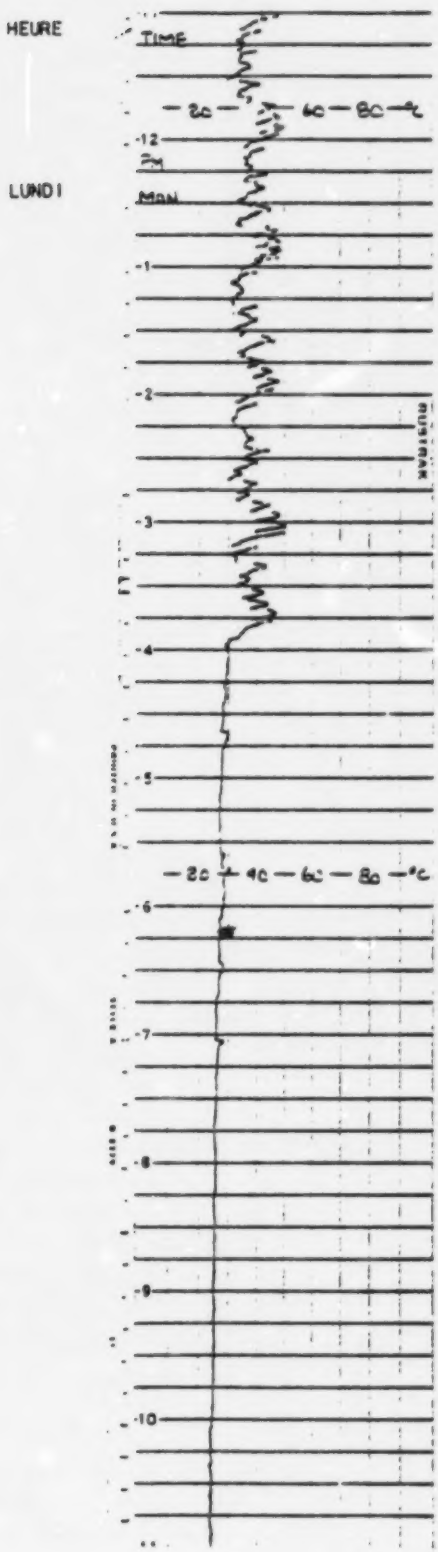


EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

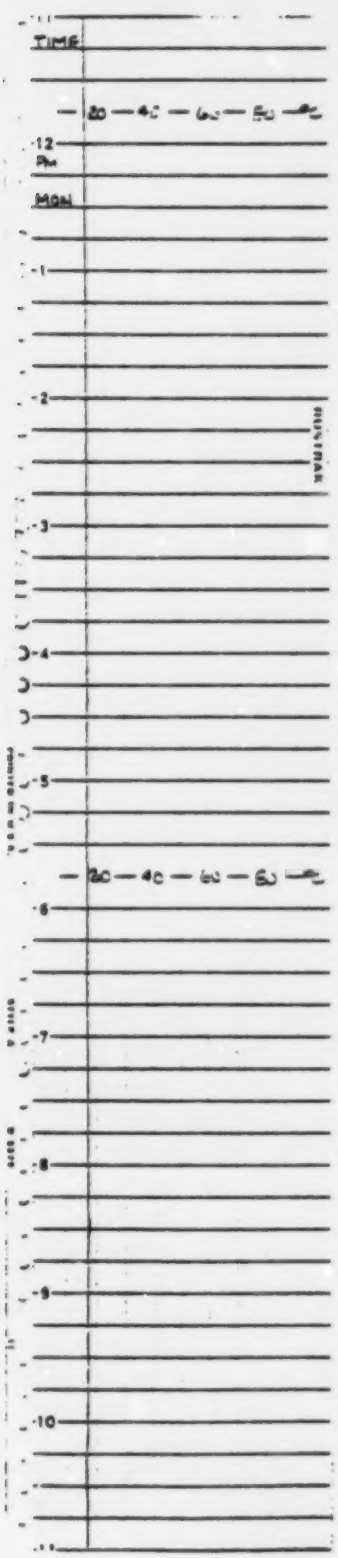


HÔPITAL 100

EAUX USÉES



EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

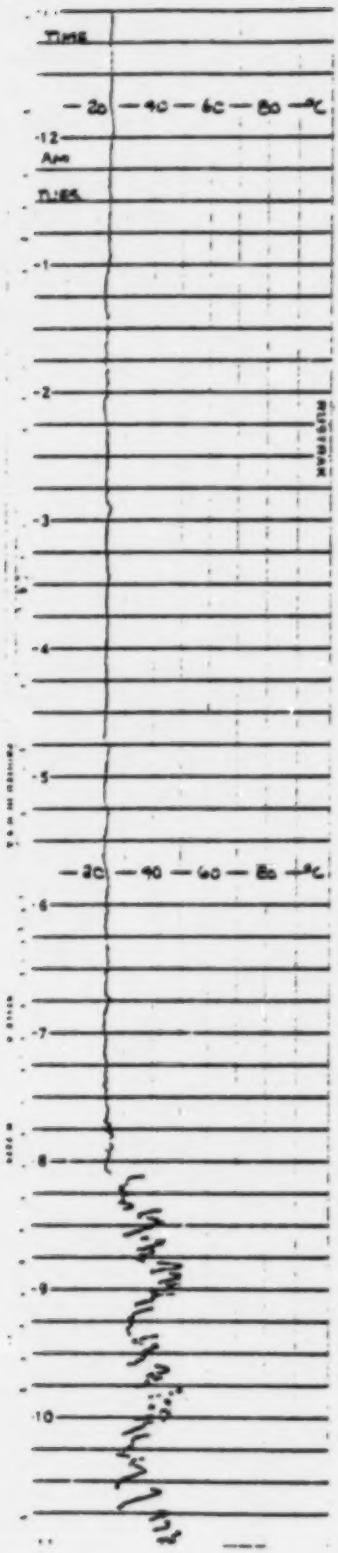


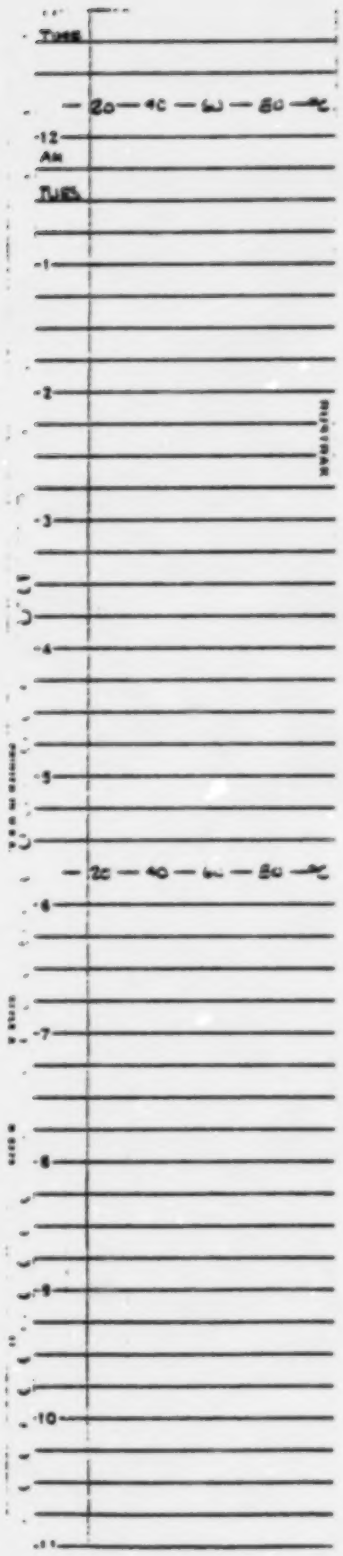
EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

HEURE

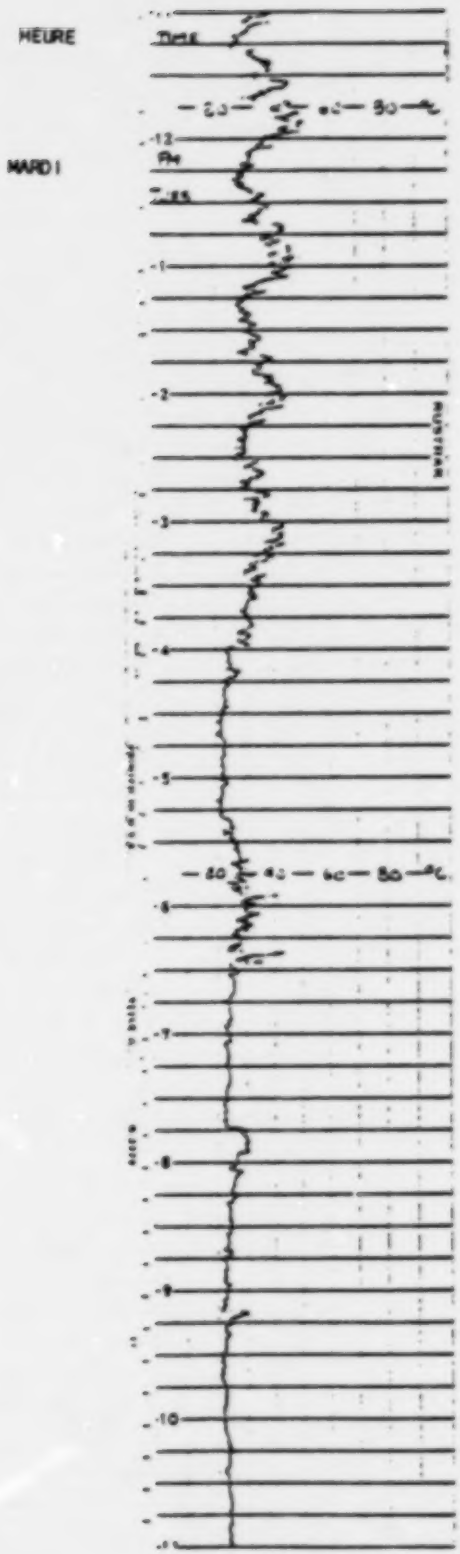
MARDI



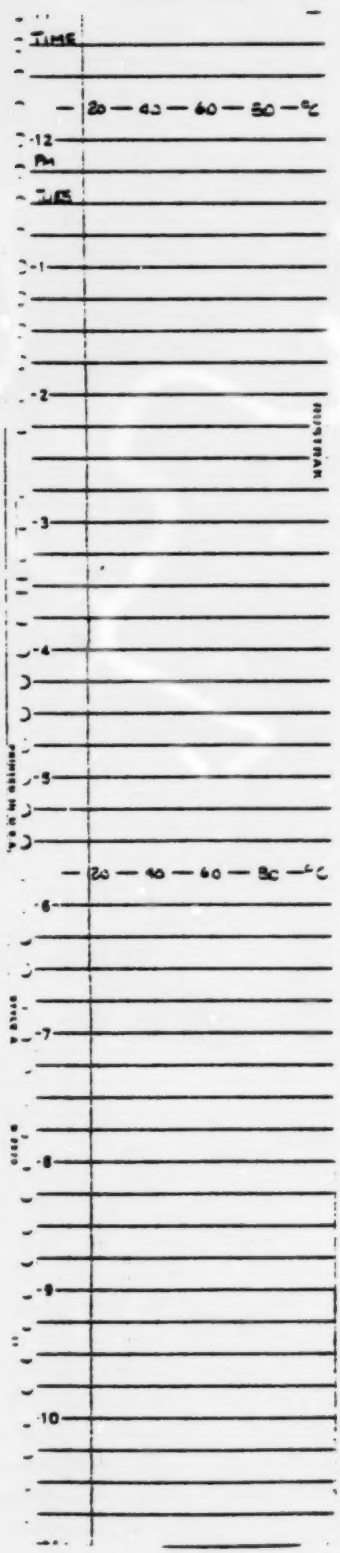


HÔPITAL 100

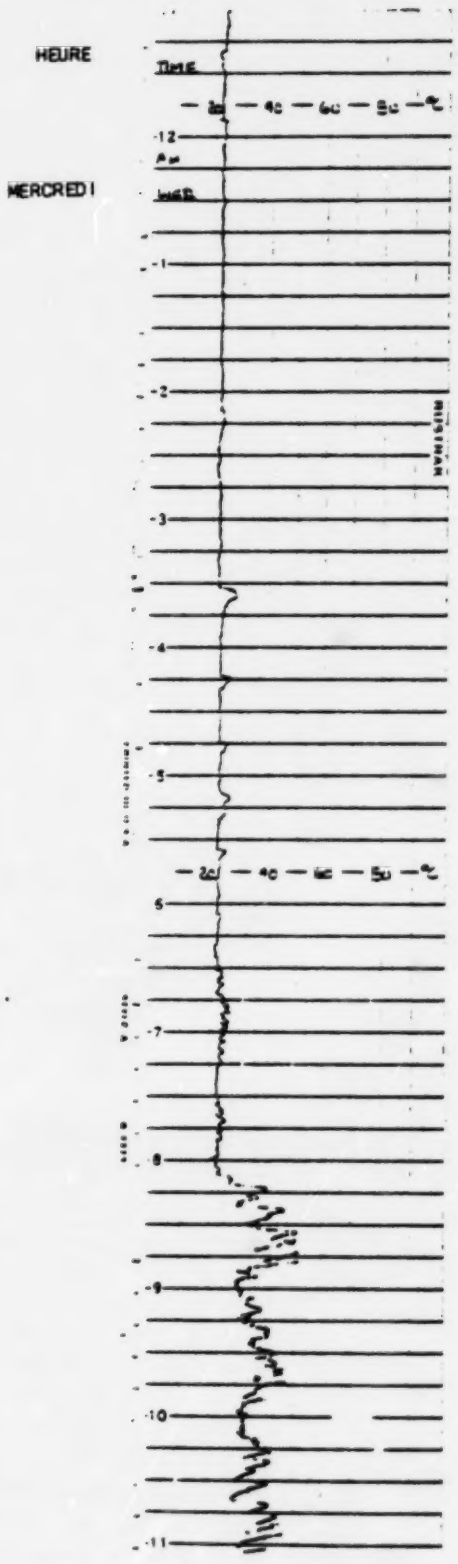
EAUX USÉES



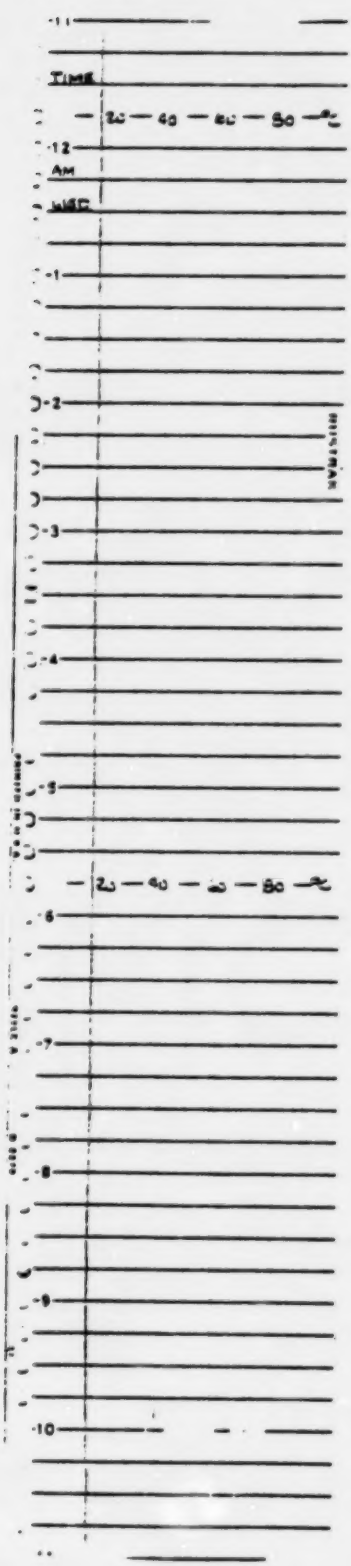
EAU FROIDE
D'ALIMENTATION



EAUX USÉES



EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

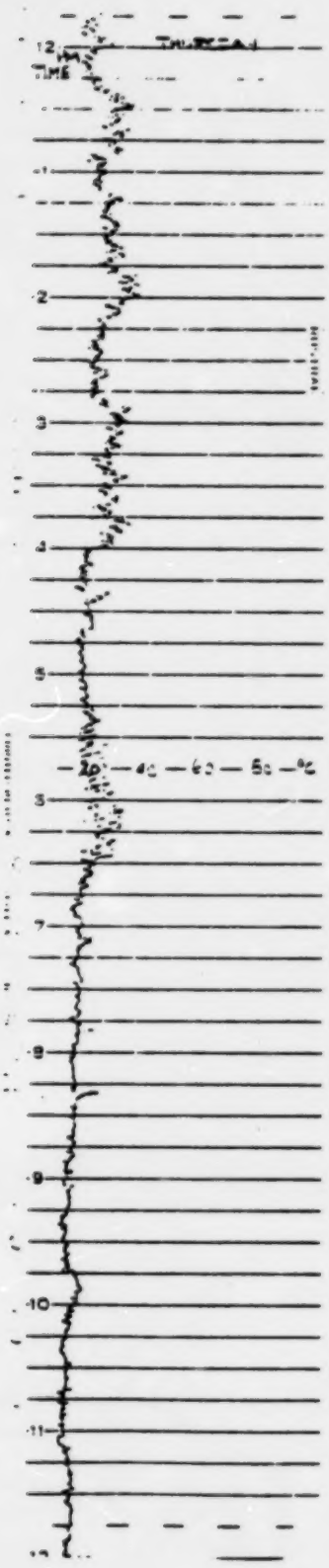


HÔPITAL 100
DU 13 AU 20 MAI 1982

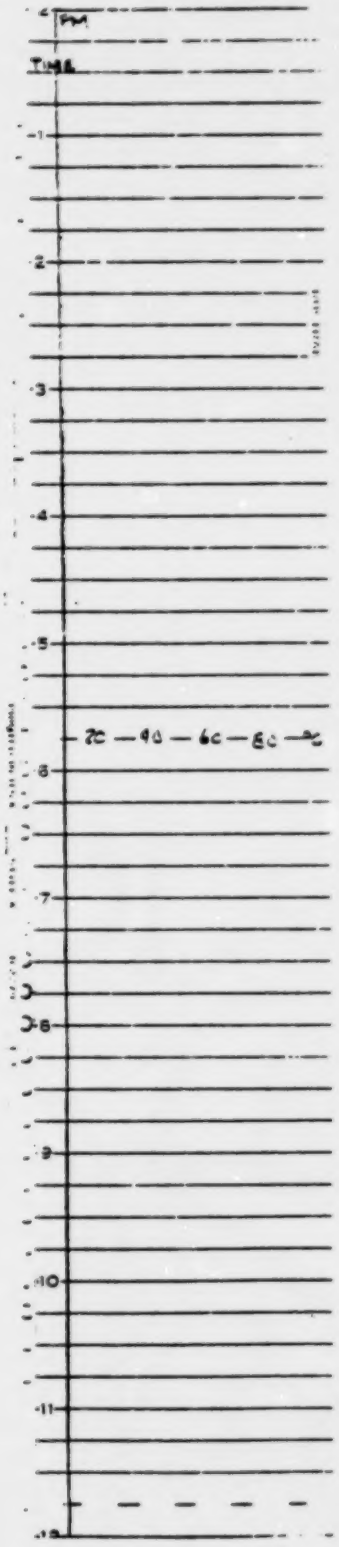
JEUDI

HEURE

EAUX USÉES



EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

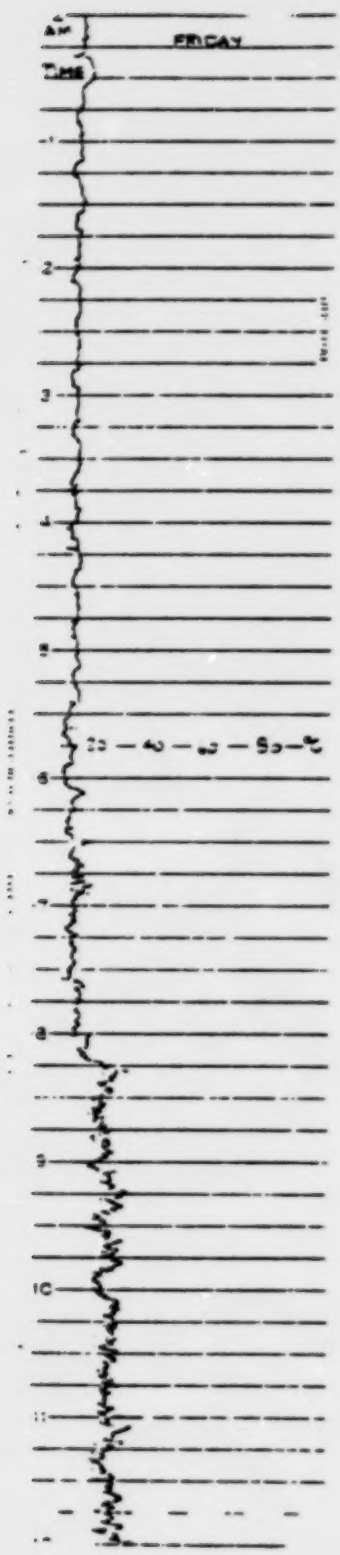


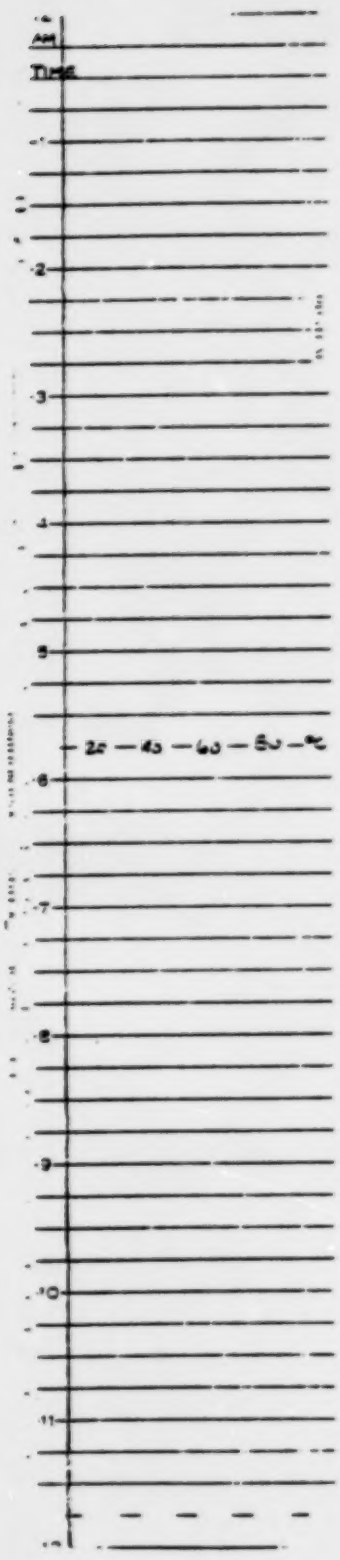
EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

VENDREDI

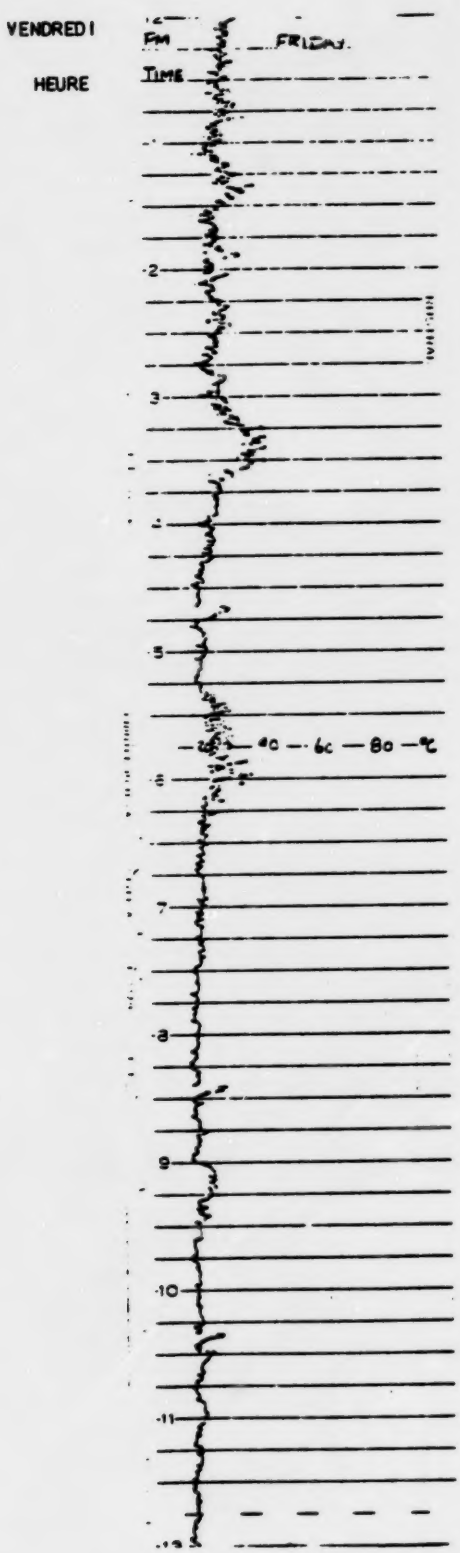
HEURE



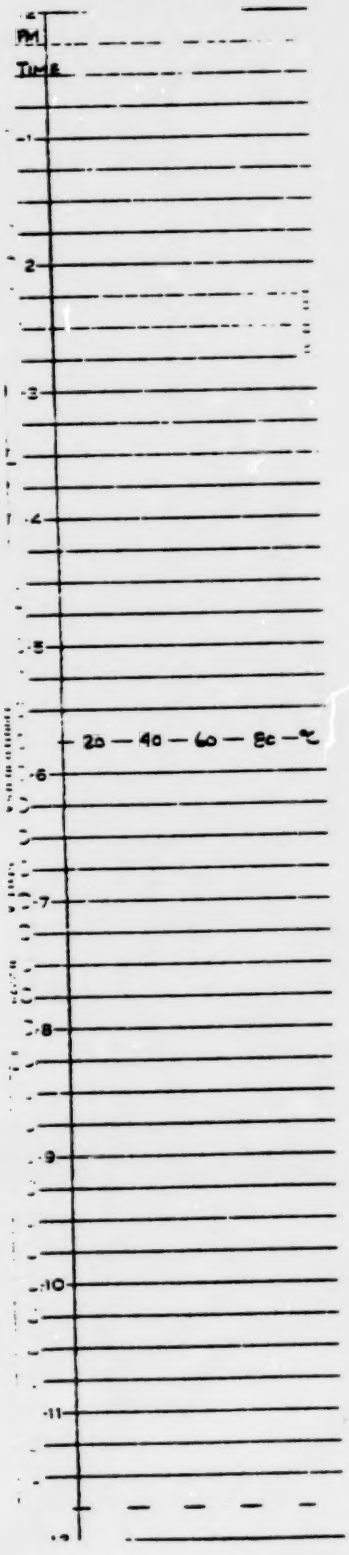


HÔPITAL 100

EAUX USÉES

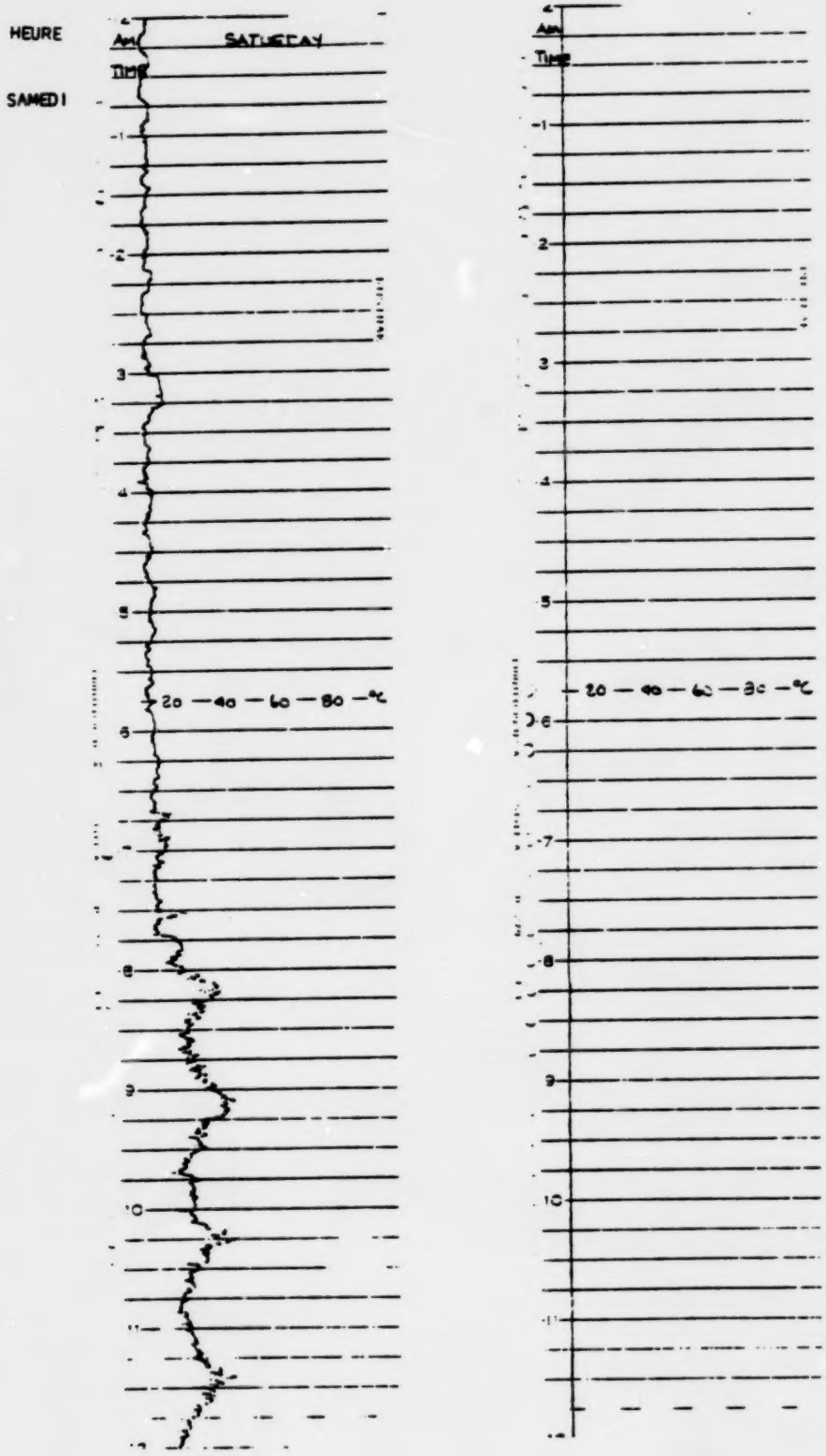


EAU FROIDE
D'ALIMENTATION



EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION



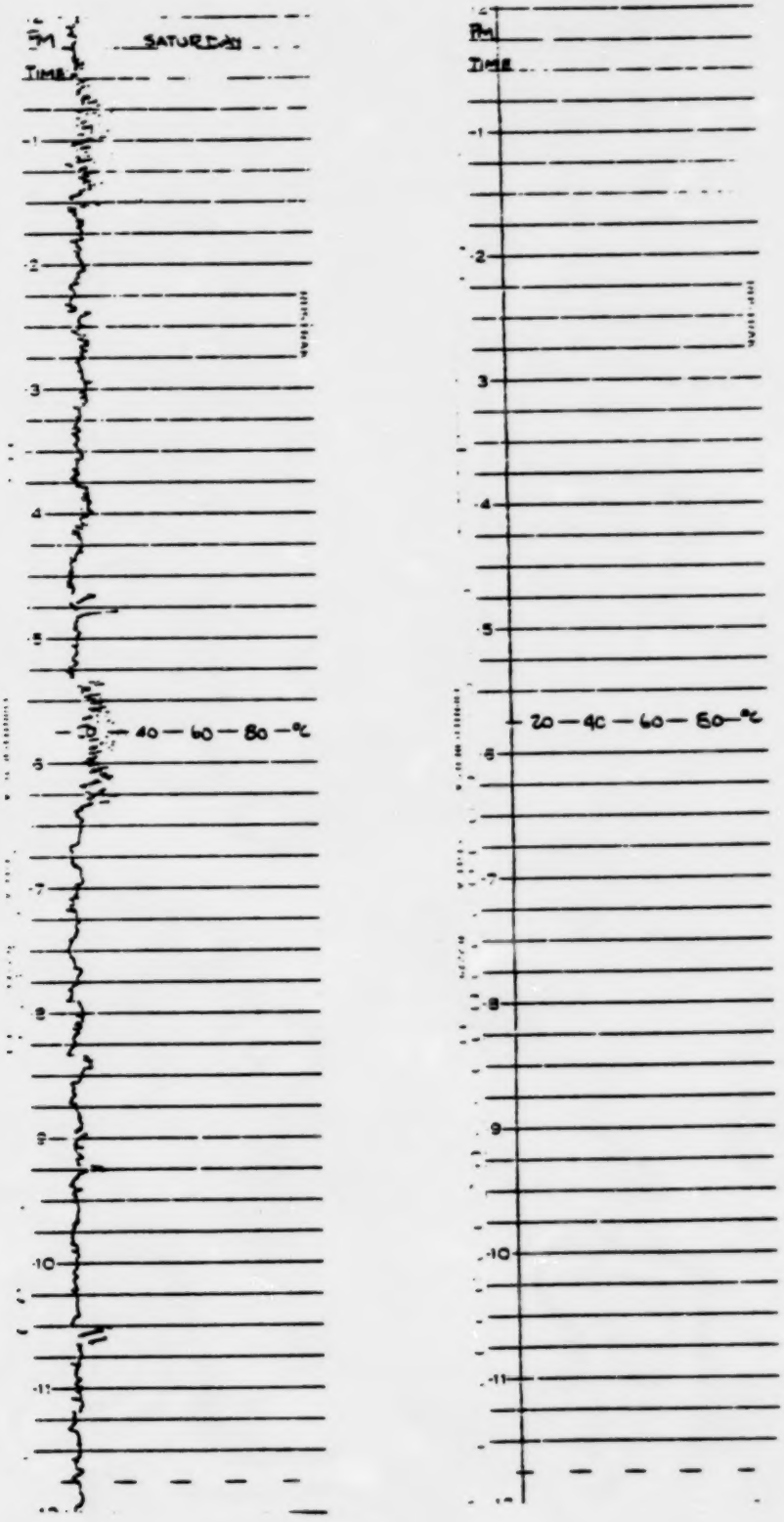
HÔPITAL 100

EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

SAMEDI

HEURE

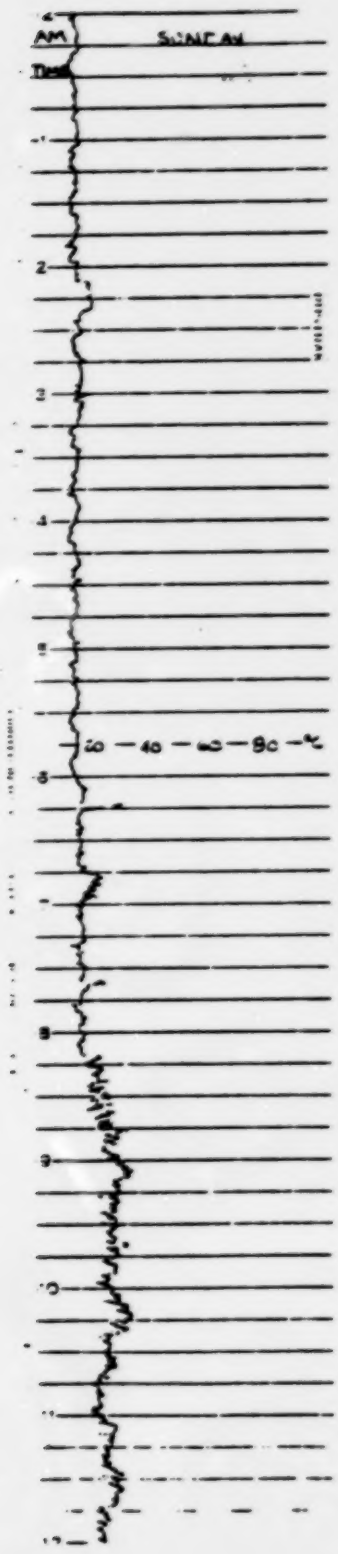


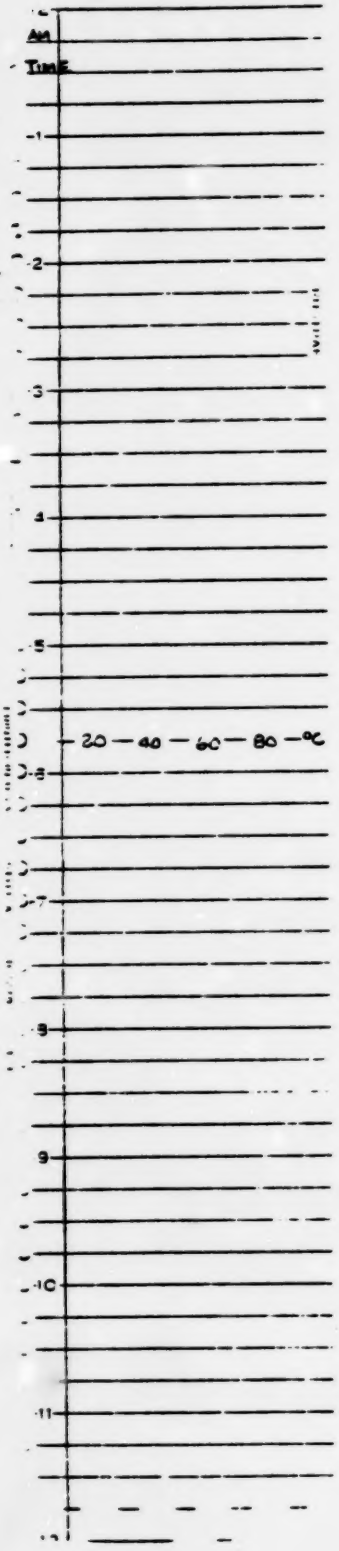
EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

HEURE

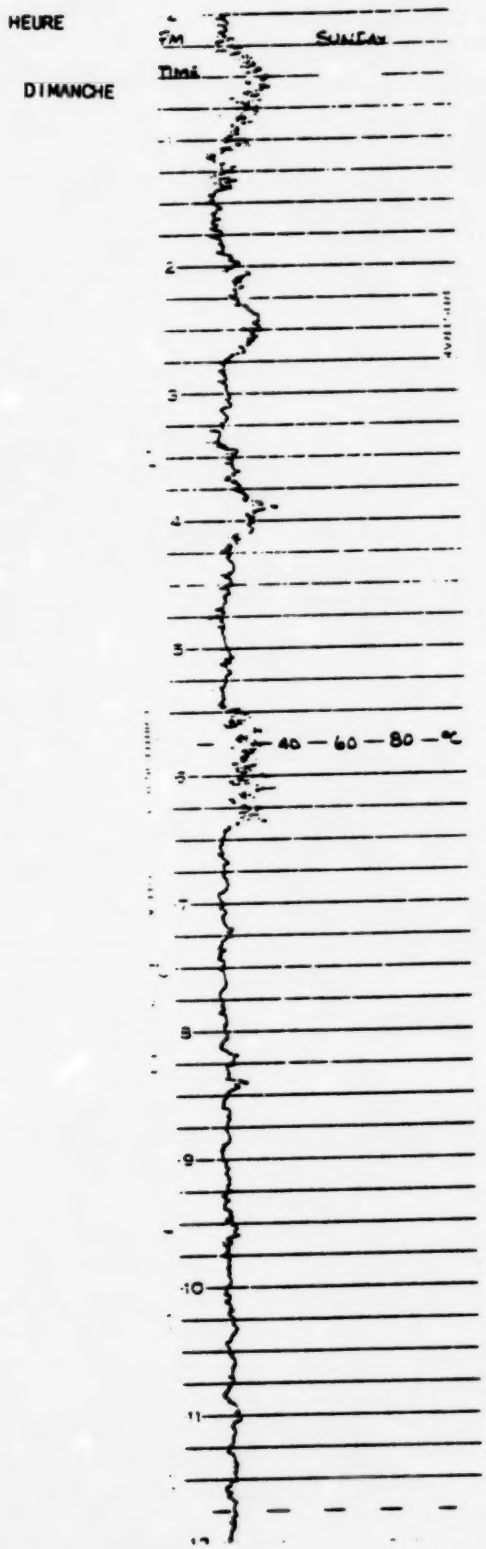
DIMANCHE



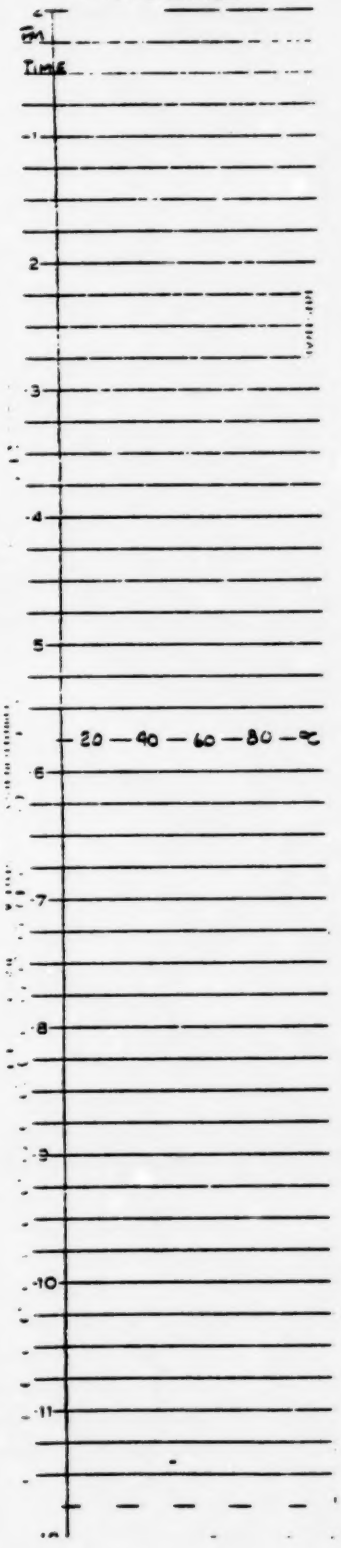


HÔPITAL 100

EAUX USÉES



EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

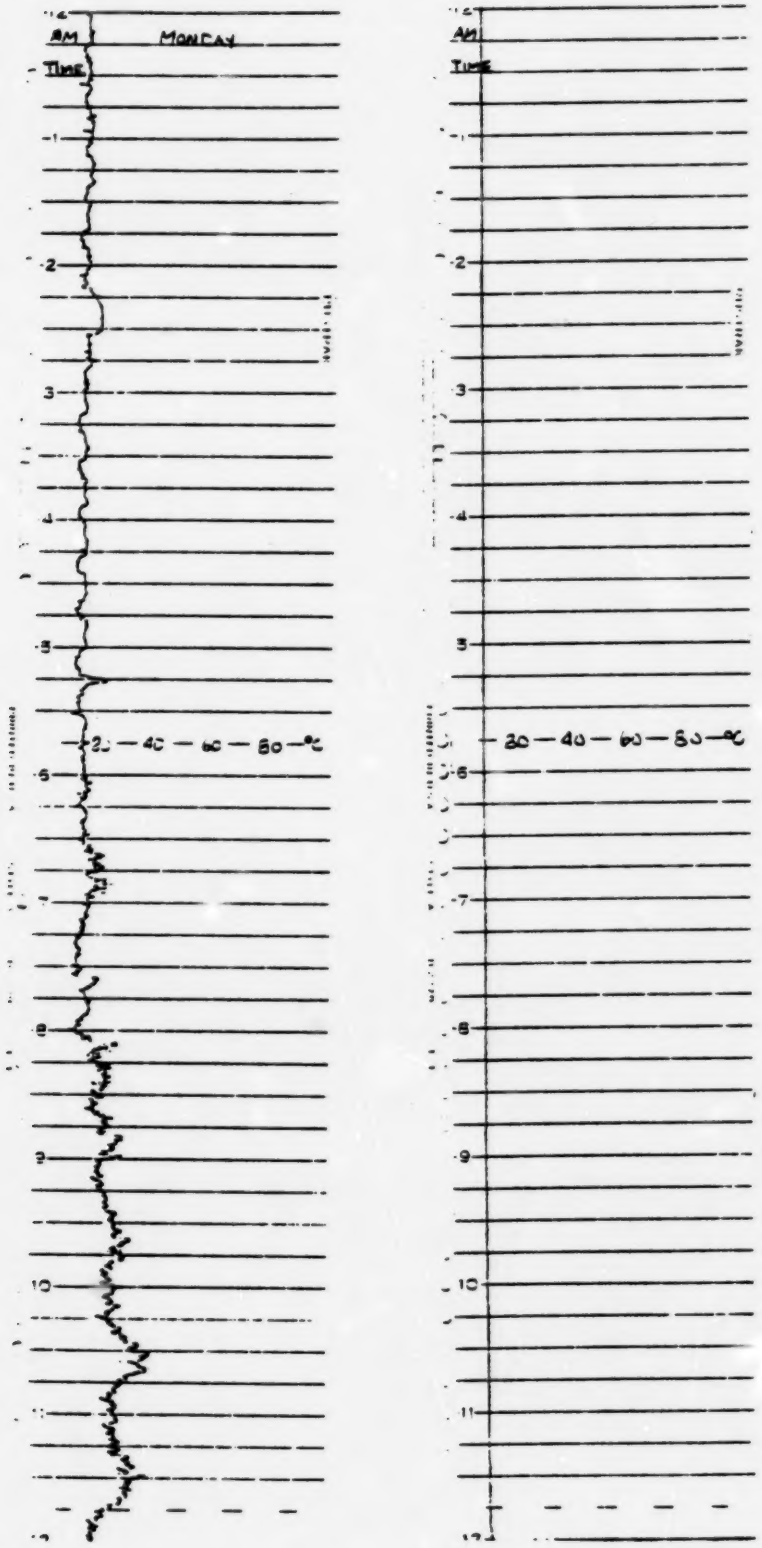


EAUX USÉES

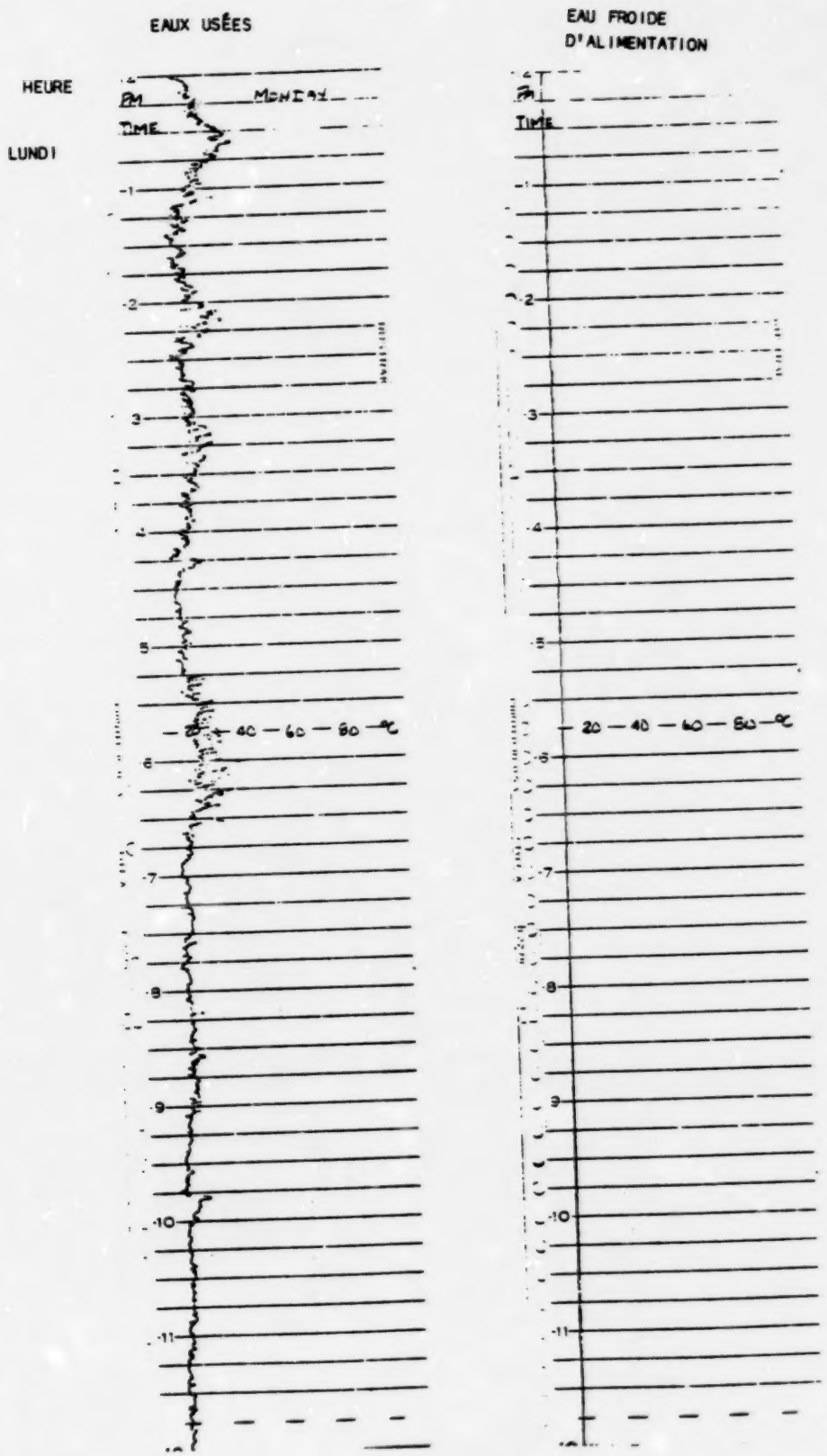
EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

HEURE

LUNDI



HÔPITAL 100

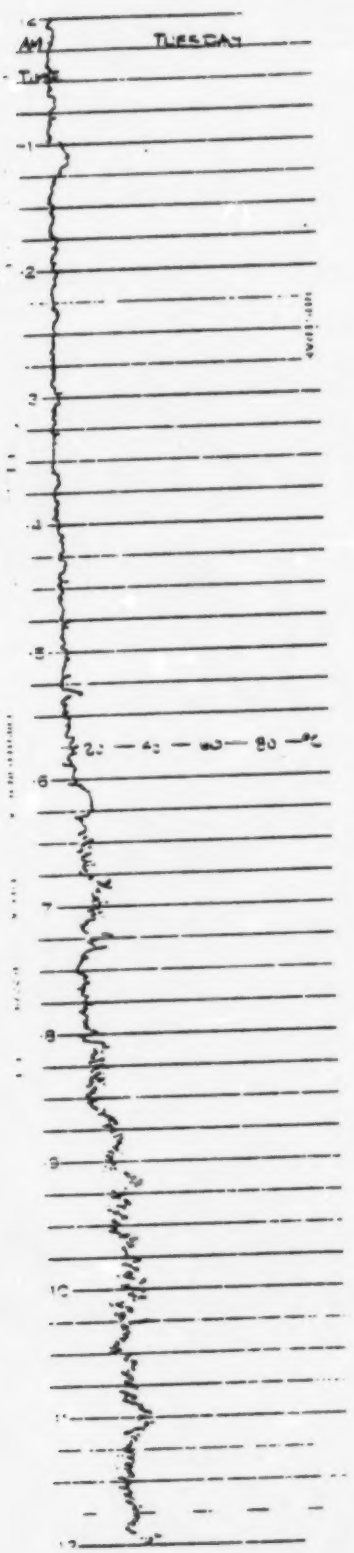

EAUX USÉES
HEURE
LUNDI
MIDNIGHT
TIME
EAU FROIDE
D'ALIMENTATION
TIME
20 — 40 — 60 — 80 °C
20 — 40 — 60 — 80 °C

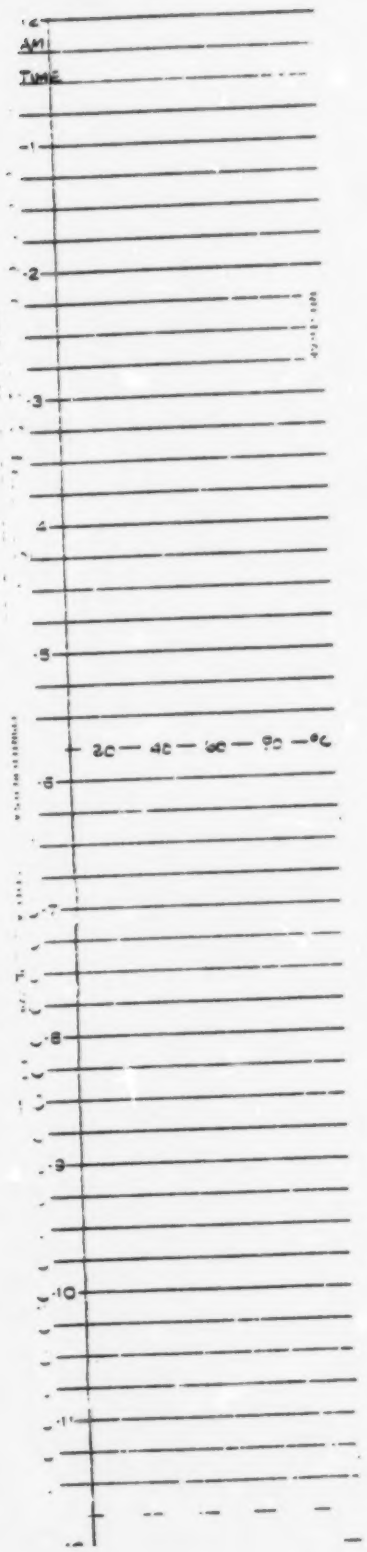
EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

MARDI

HEURE





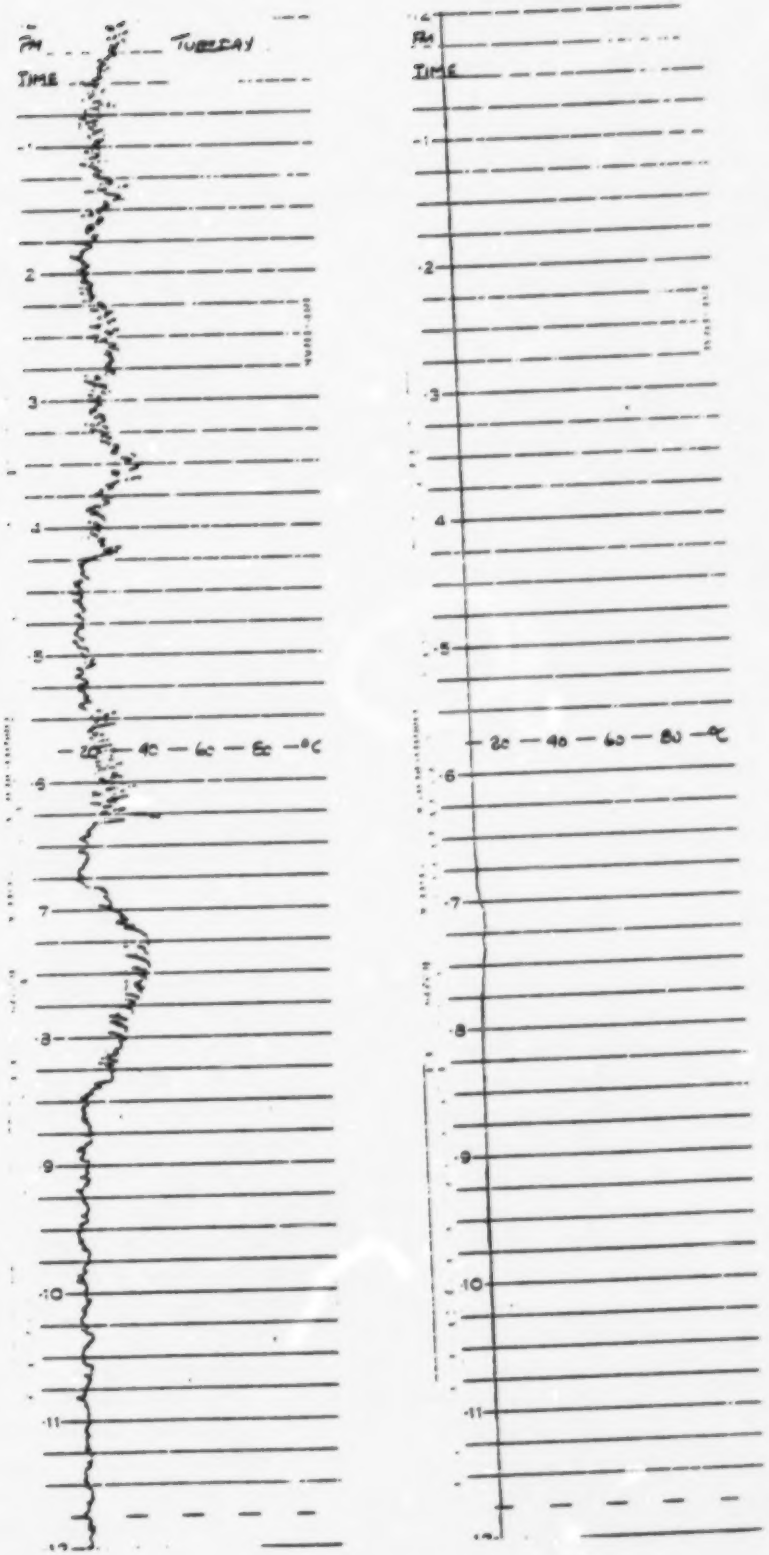
HÔPITAL 100

EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

MARDI

HEURE

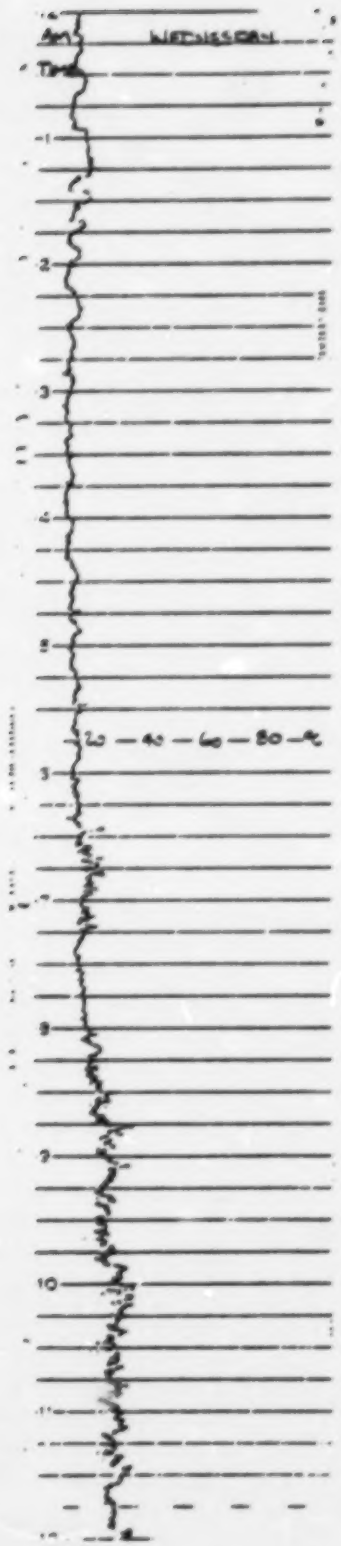


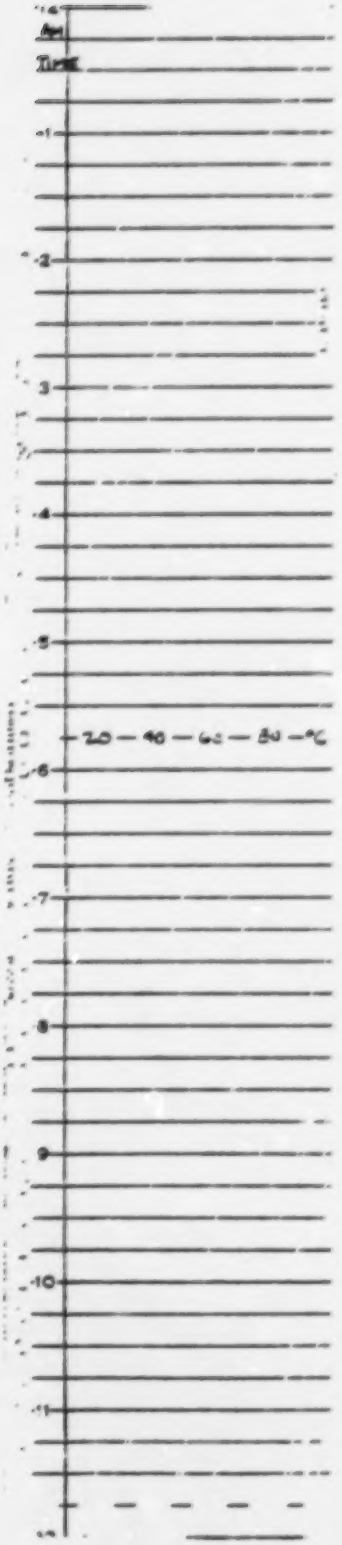
EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

MERCREDI

HEURE





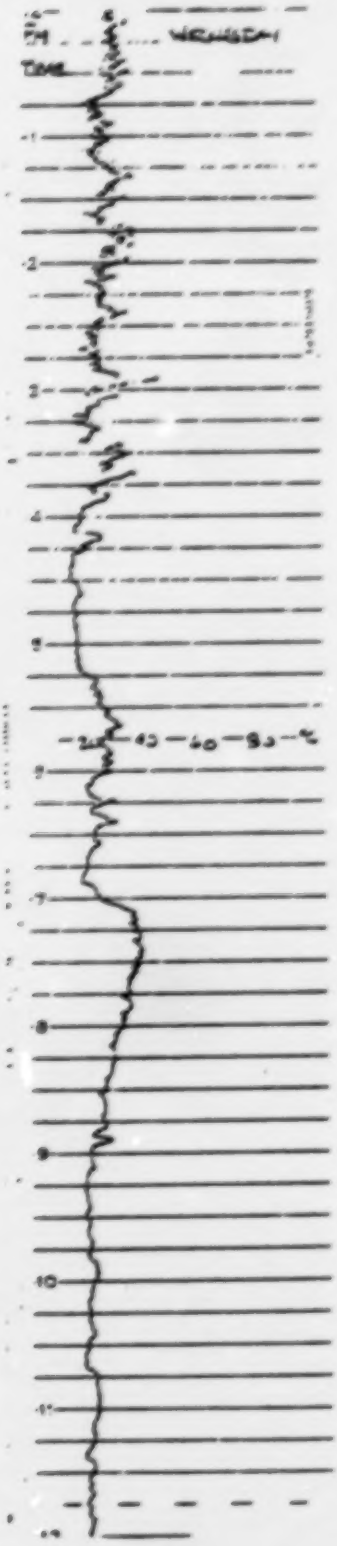
HÔPITAL 100

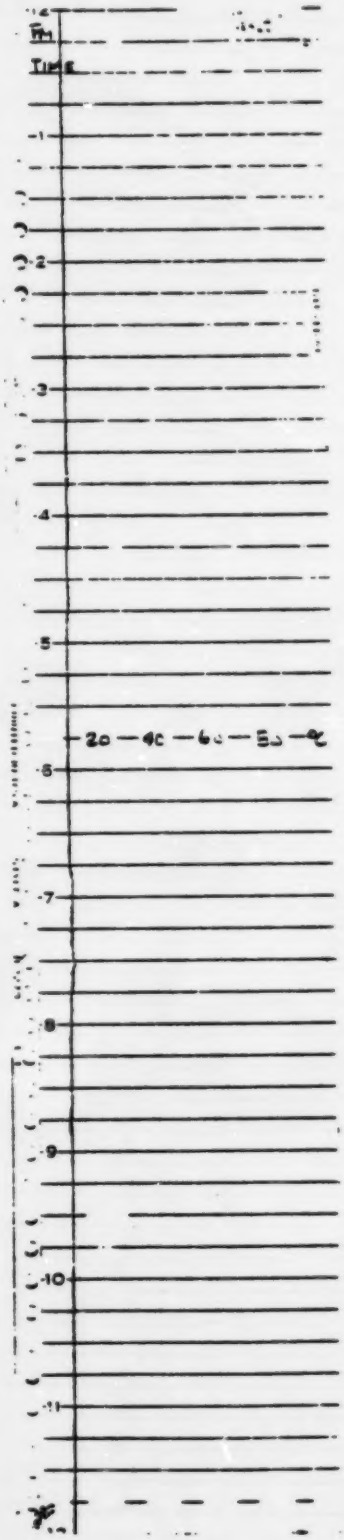
EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

MERCREDI

HEURE

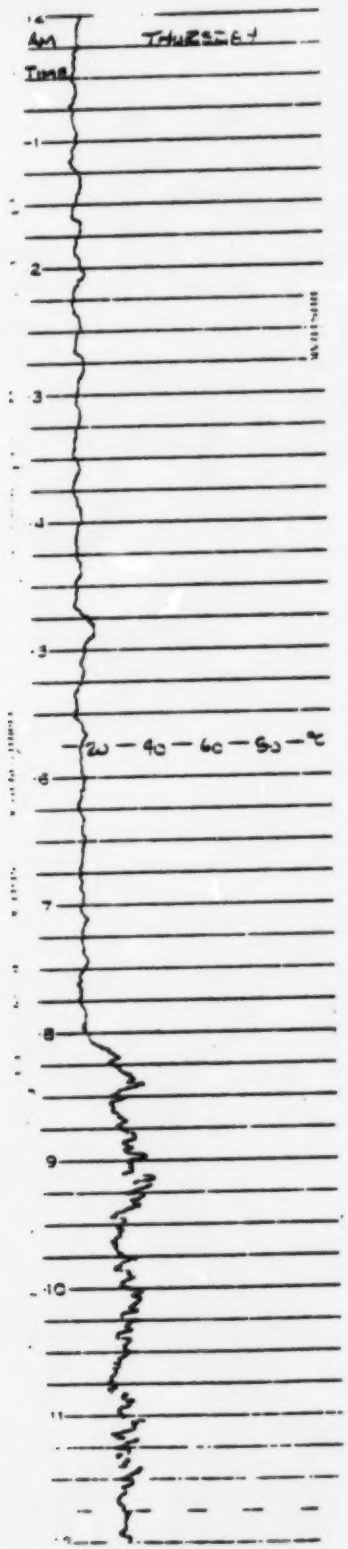




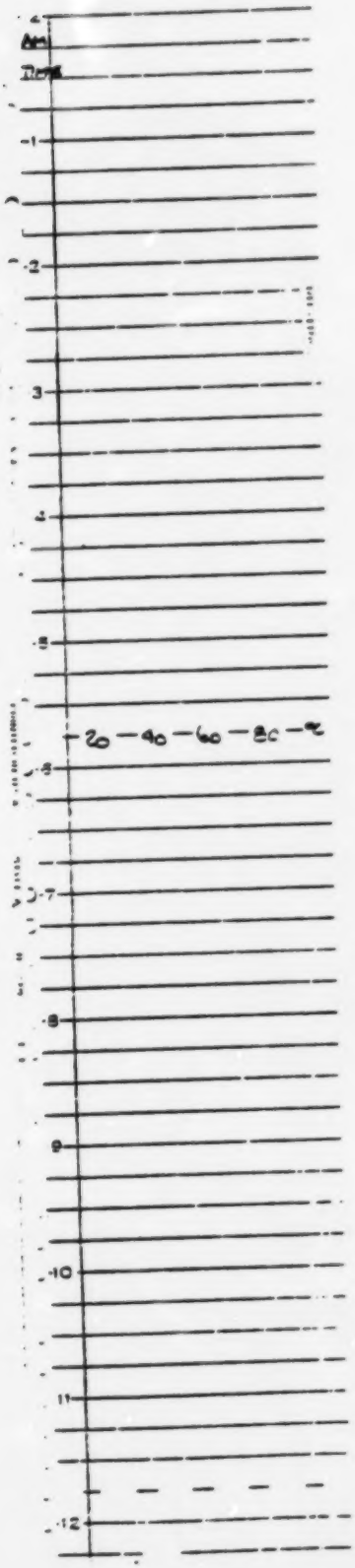
JEUDI

HEURE

EAUX USÉES



EAU FROIDE
D'ALIMENTATION



HÔPITAL 300

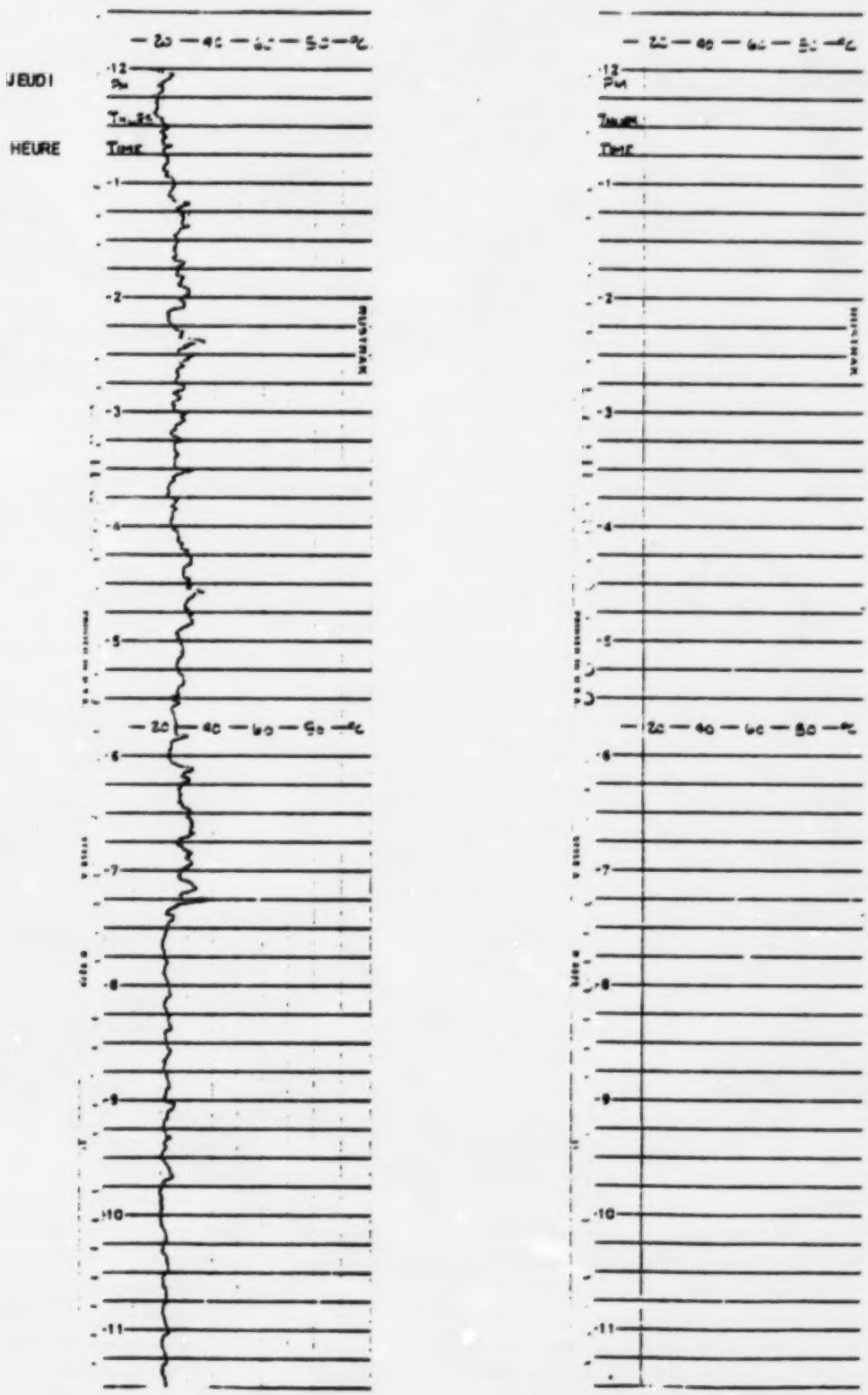
DU 16 AU 23 SEPT. 1982

EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

JEUDI

HEURE

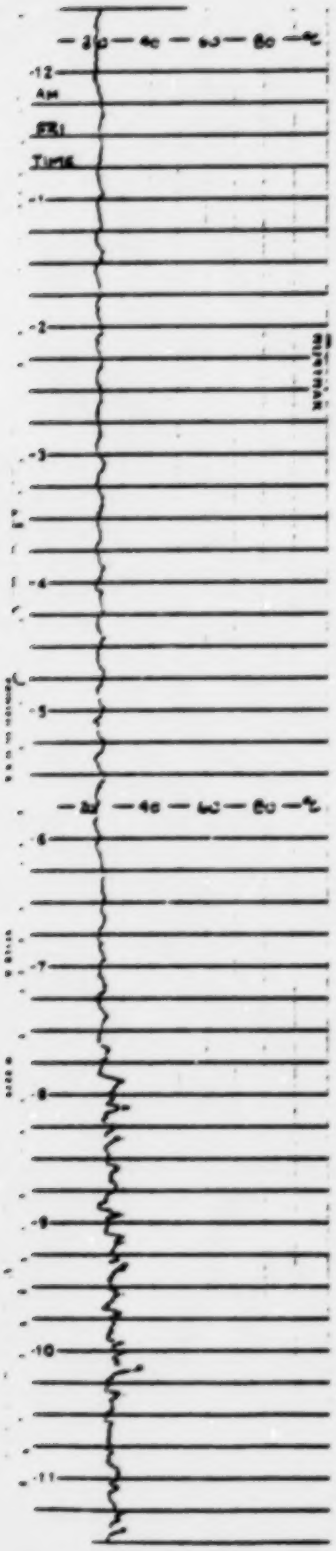


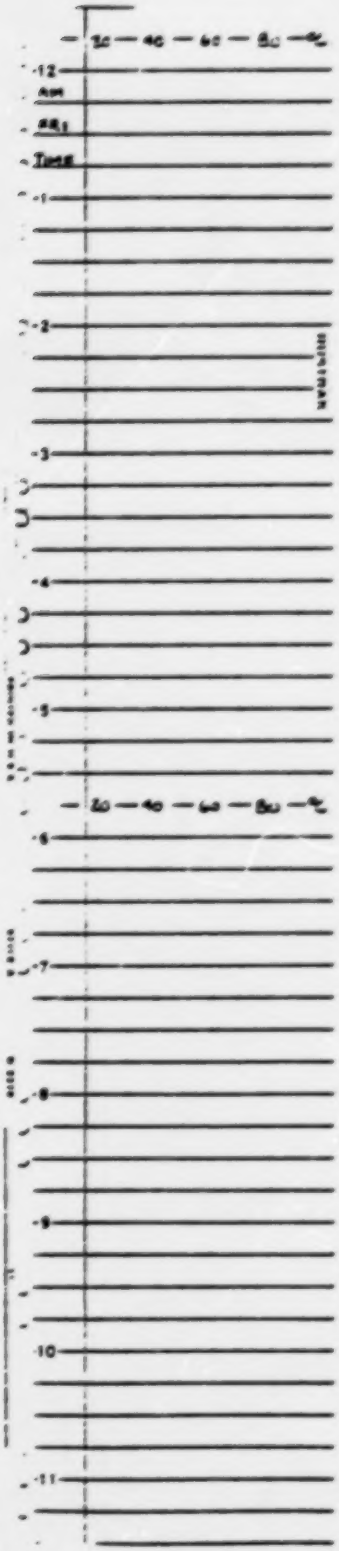
EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

VENDREDI

HEURE





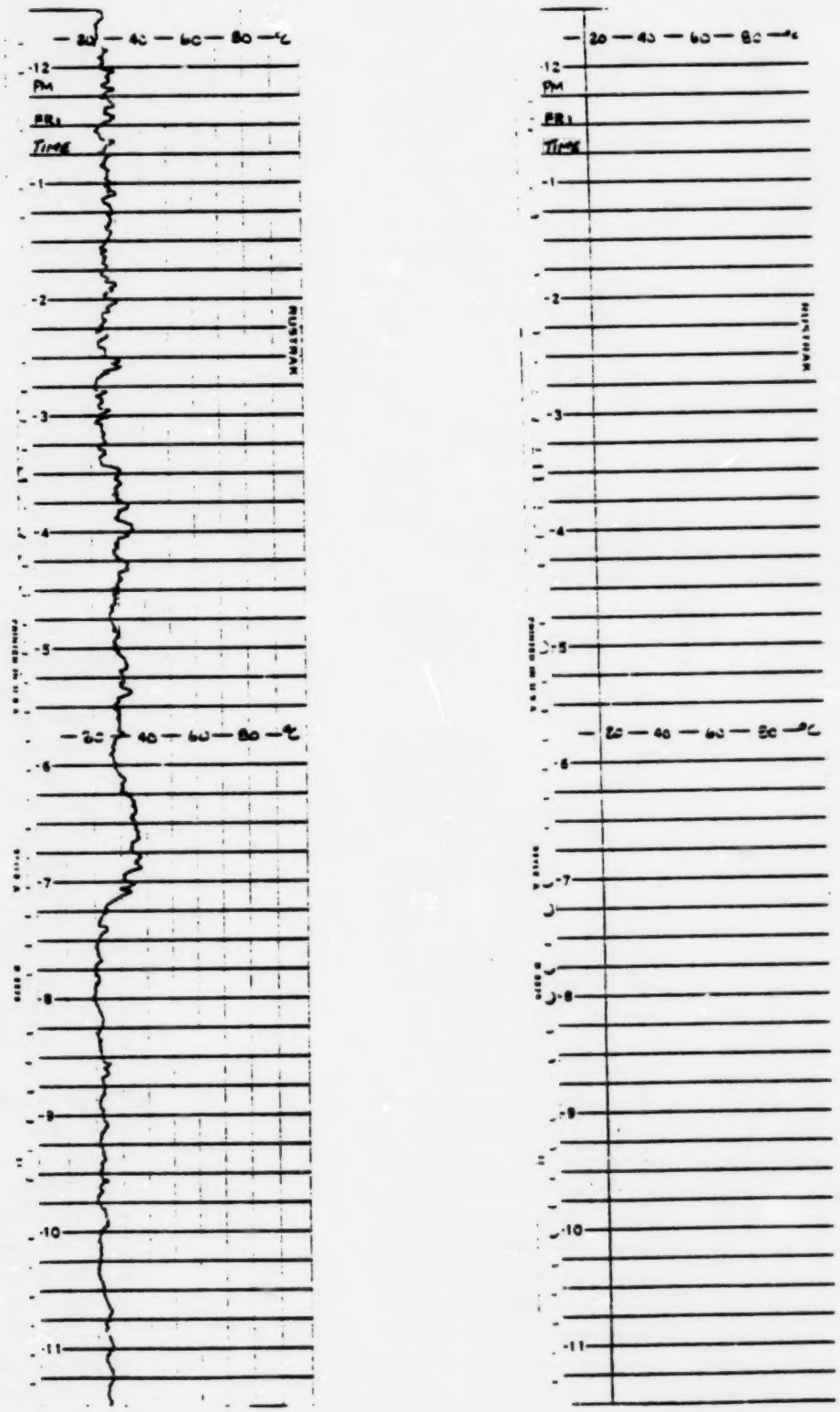
HÔPITAL 300

EAUX USÉES

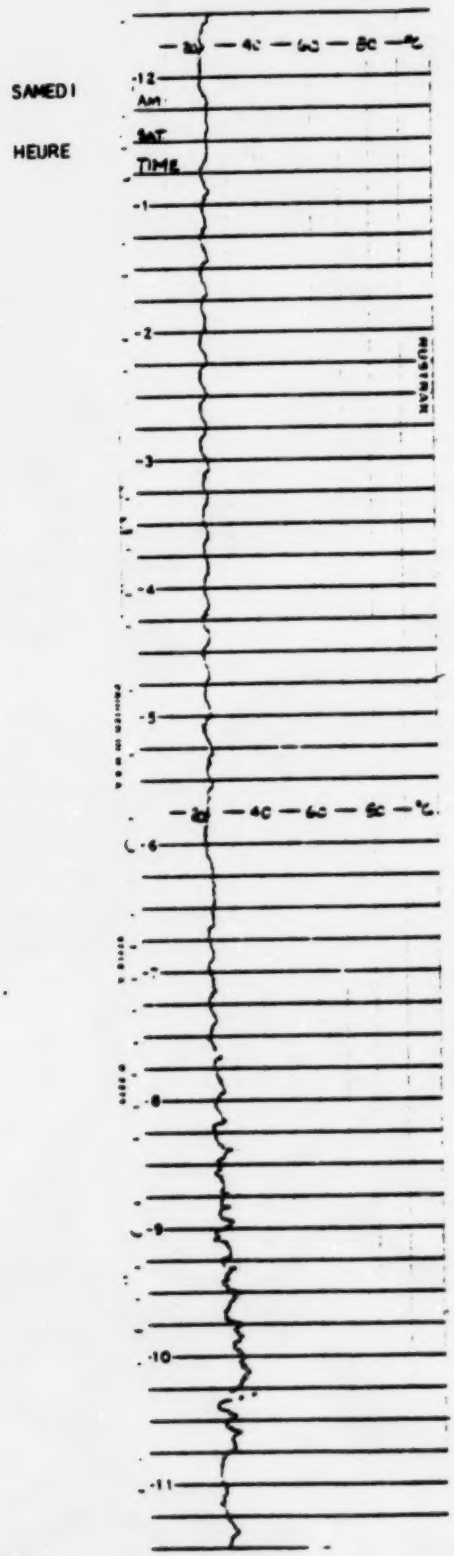
EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

VENDREDI

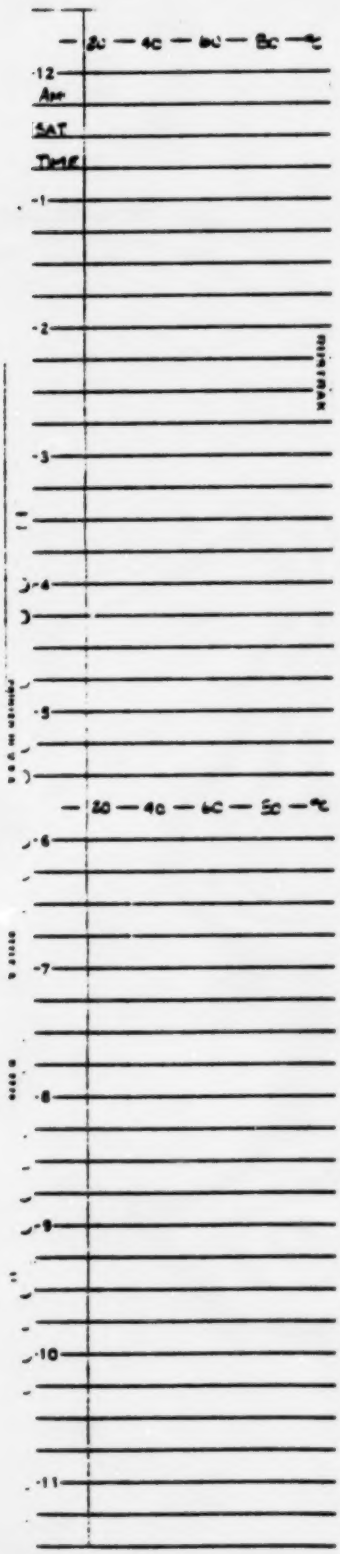
HEURE



EAUX USÉES



EAU FROIDE
D'ALIMENTATION



HÔPITAL 300

EAUX USÉES

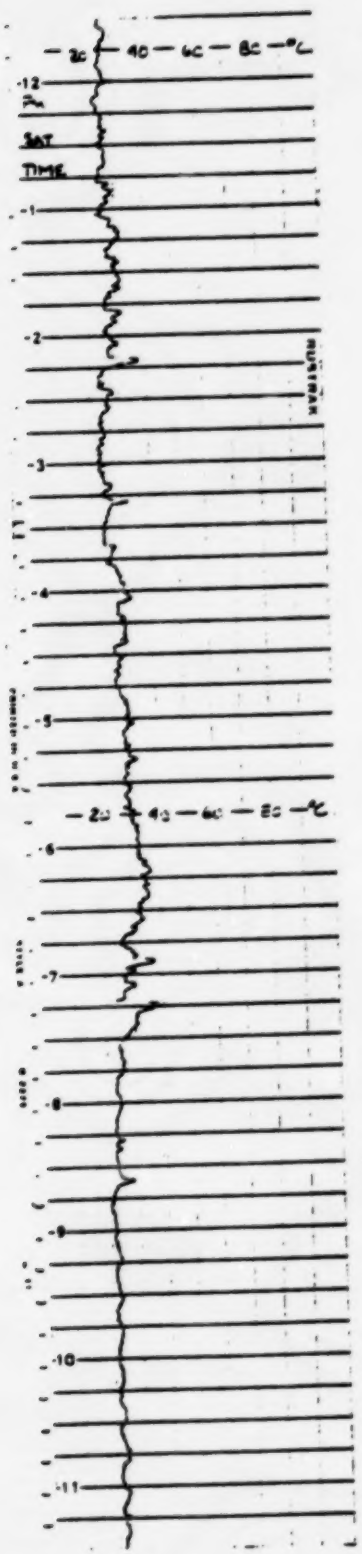
EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

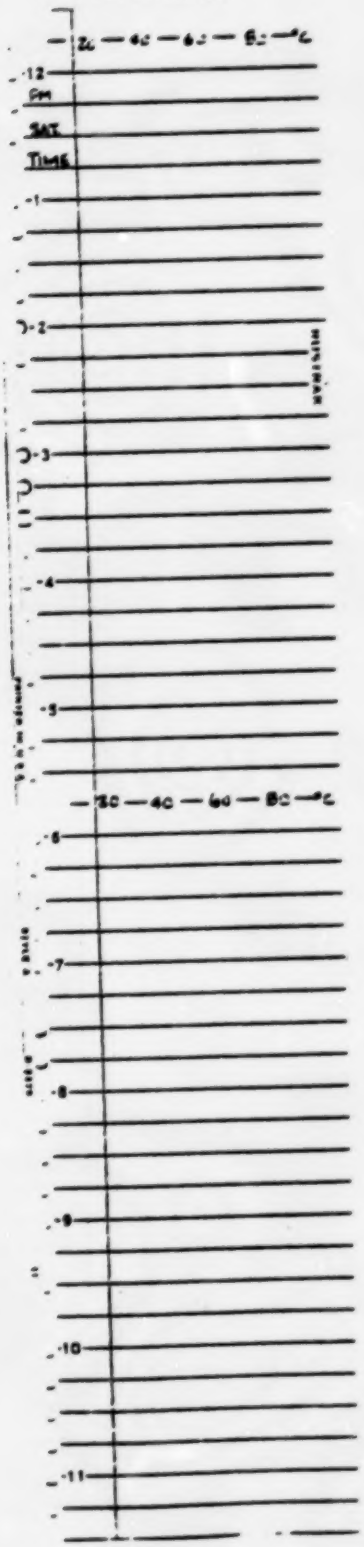
SAMEDI

HEURE

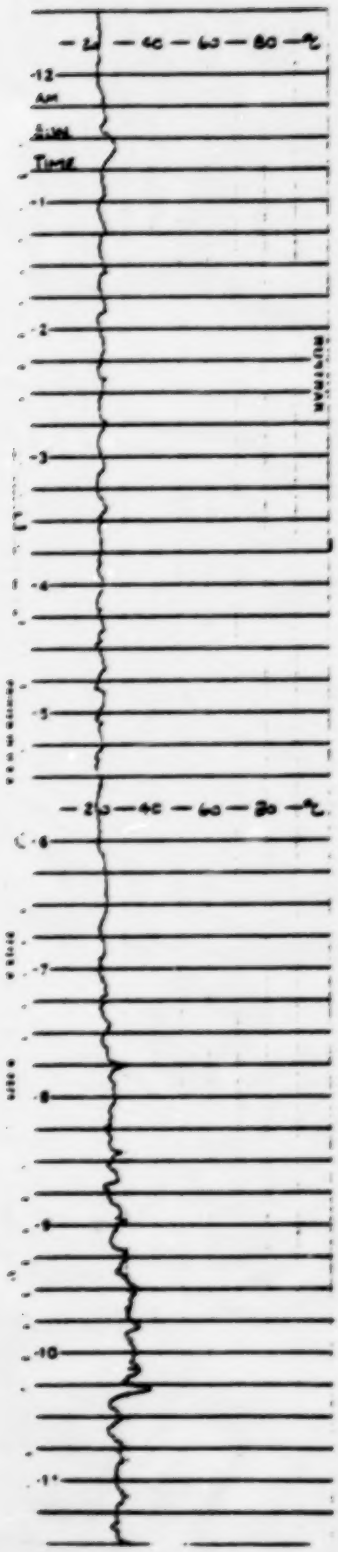
SAT.

TIME

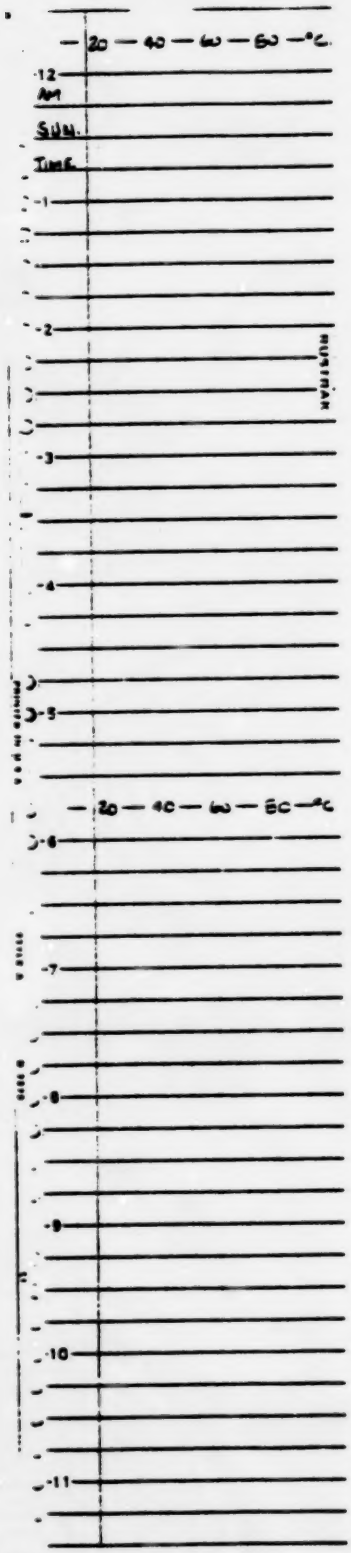




EAUX USÉES



EAU FROIDE
D'ALIMENTATION



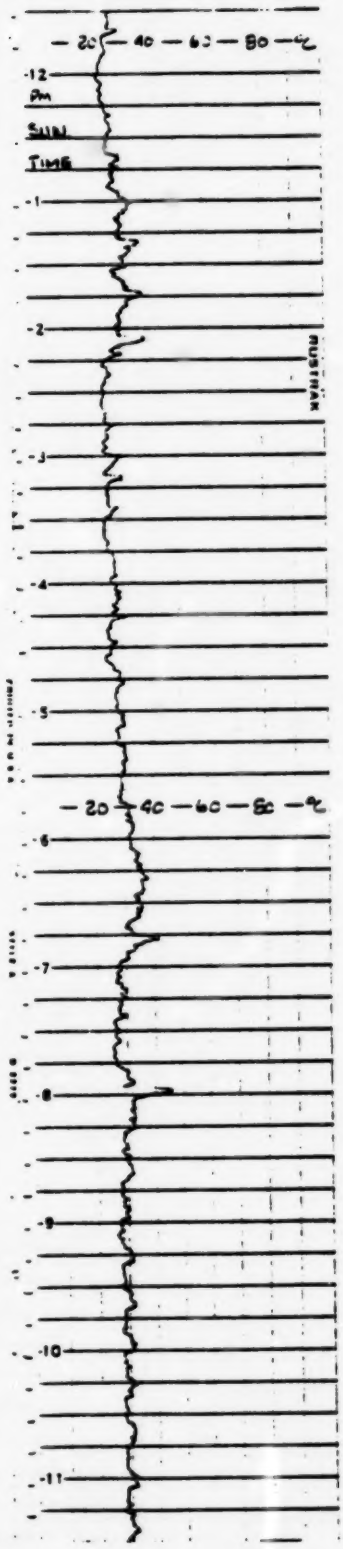
HÔPITAL 300

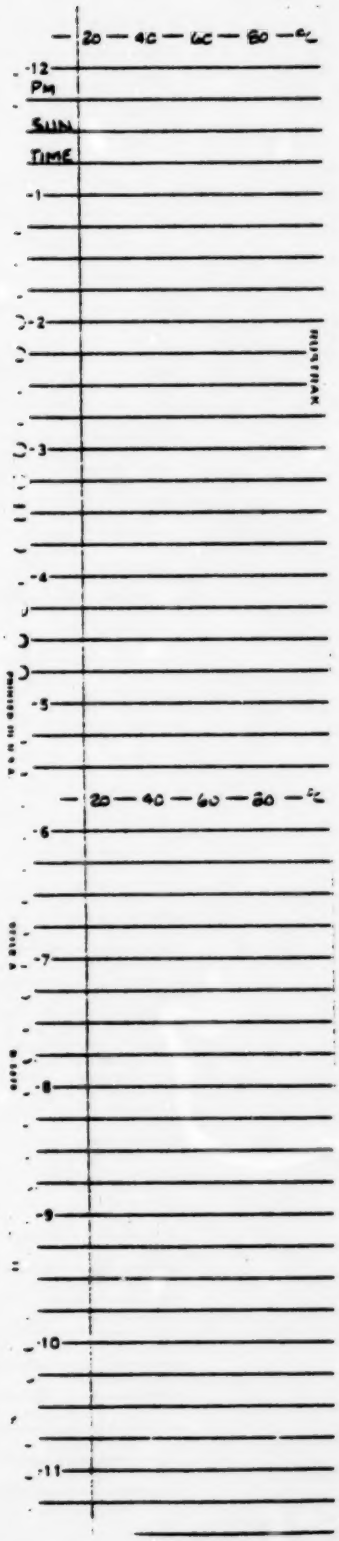
EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

DIMANCHE

HEURE



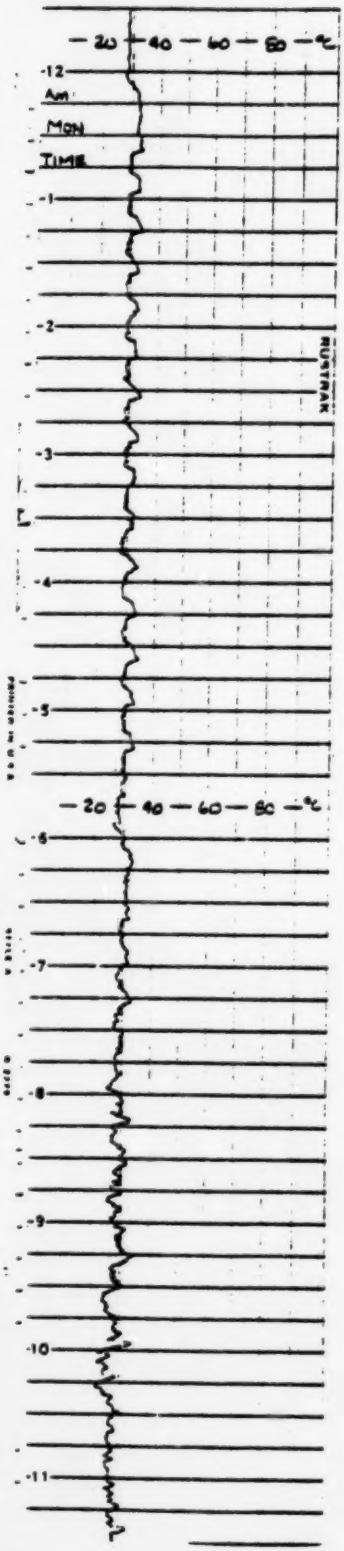


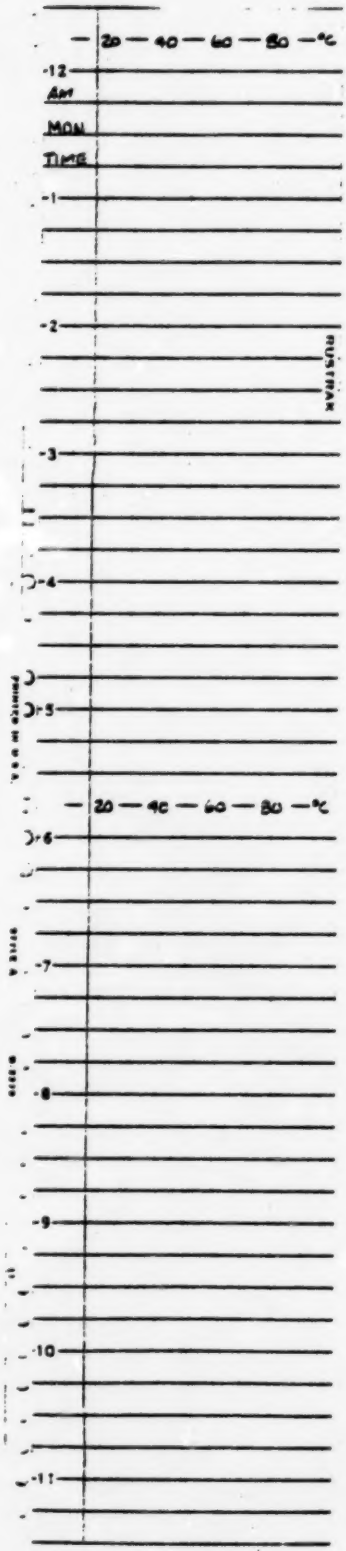
EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

LUNDI

HEURE





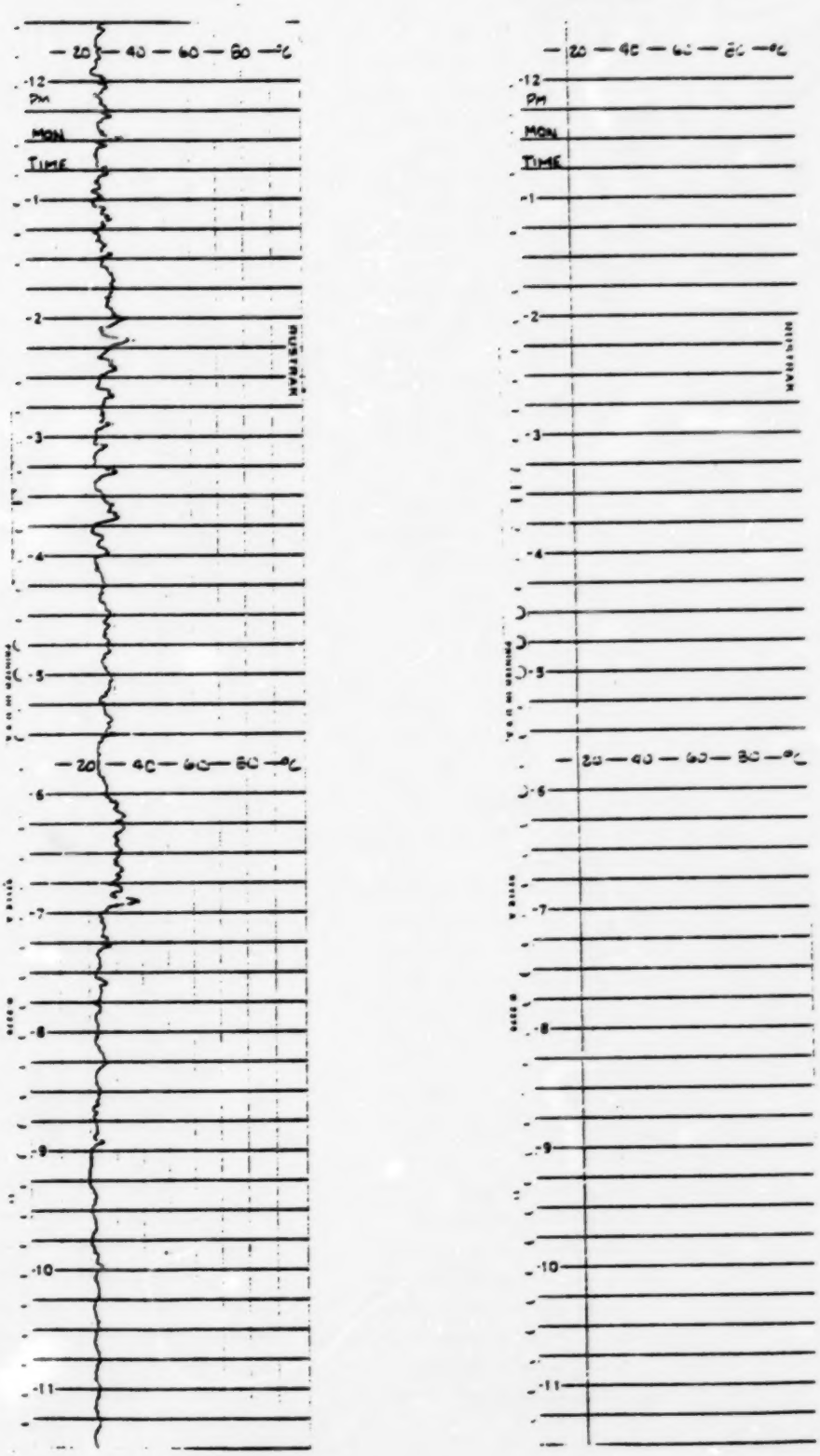
HÔPITAL 300

EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

LUNDI

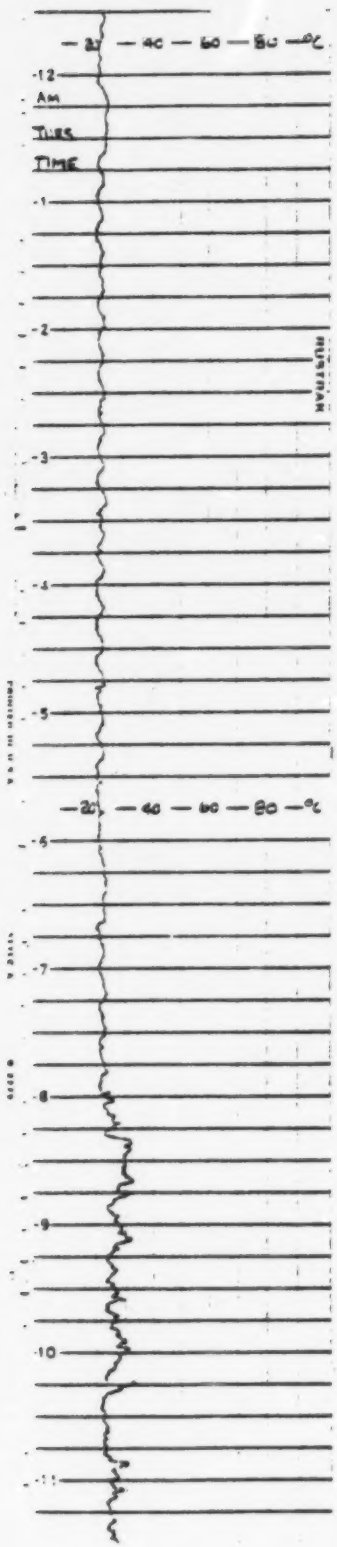
HEURE



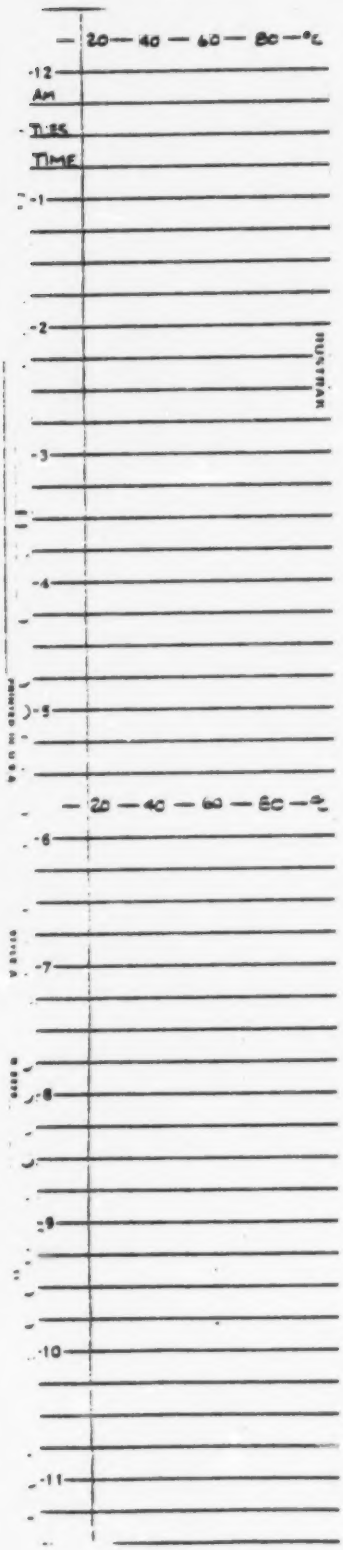
MARDI

HEURE

EAUX USÉES



EAU FROIDE
D'ALIMENTATION



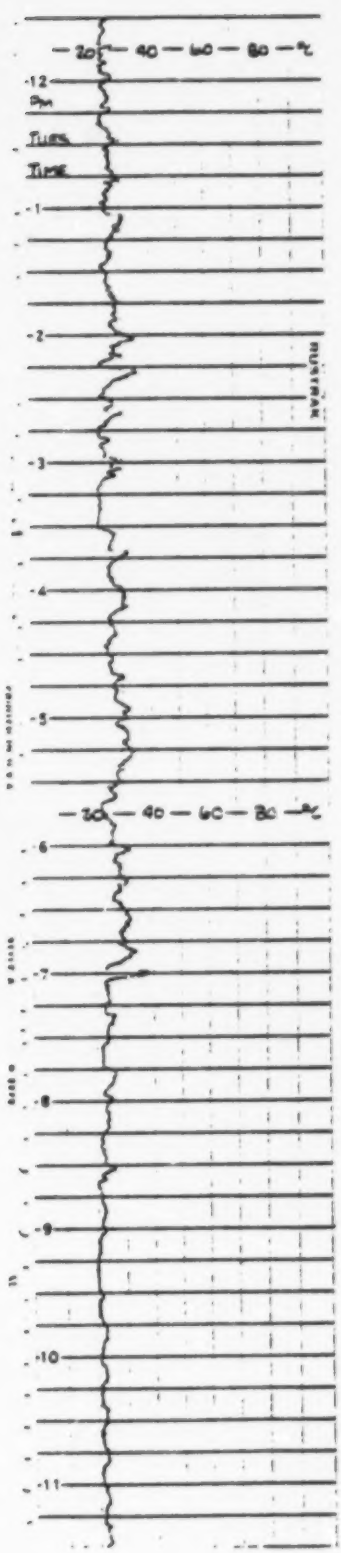
HÔPITAL 300

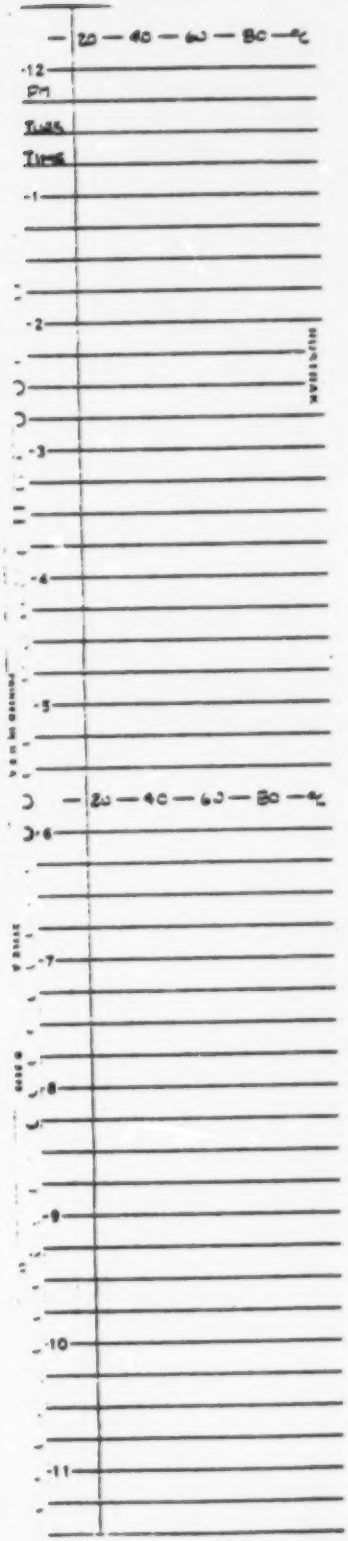
EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

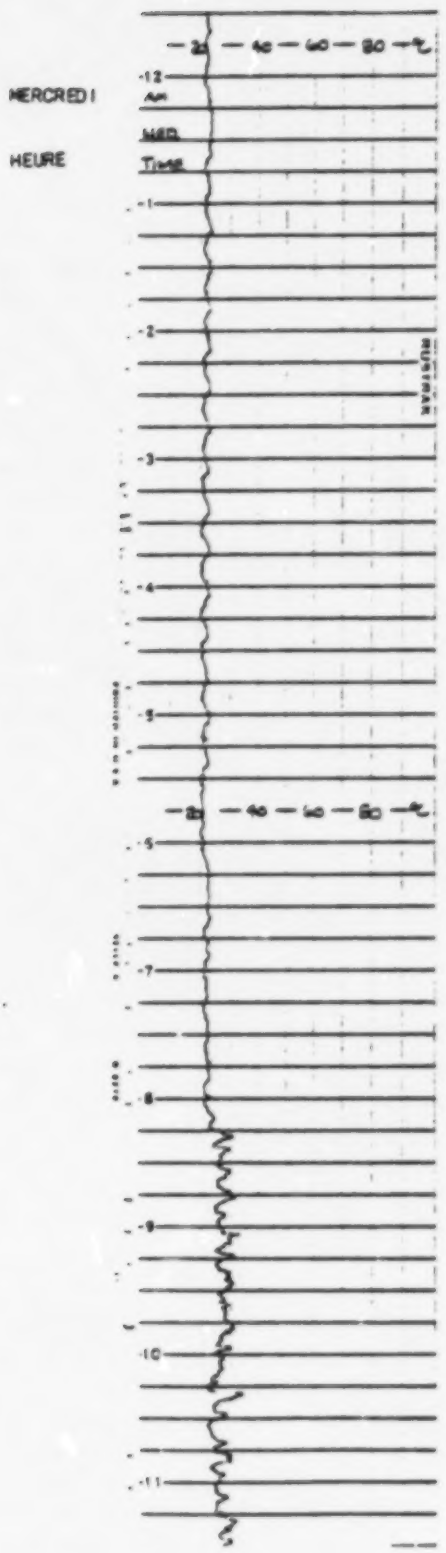
MARDI

HEURE

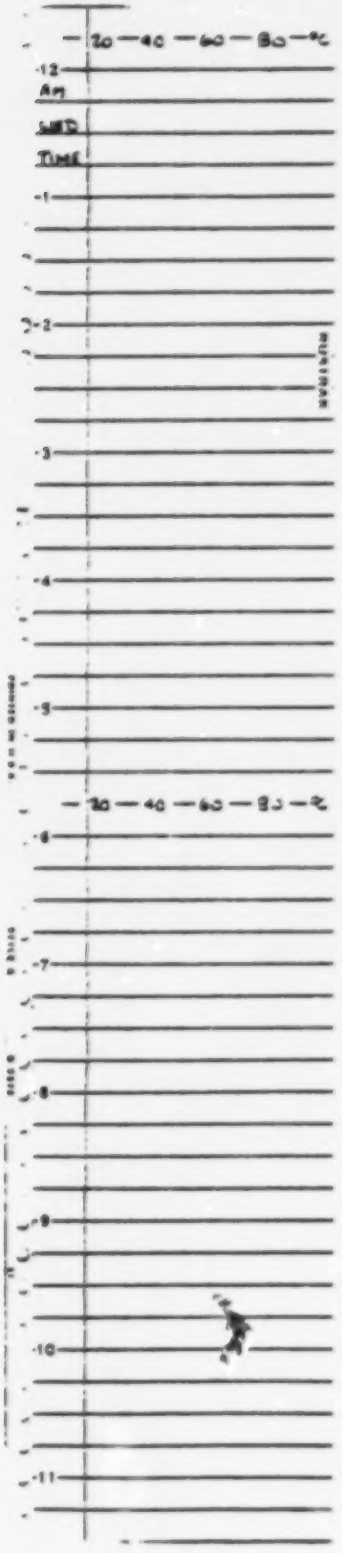




EAUX USÉES

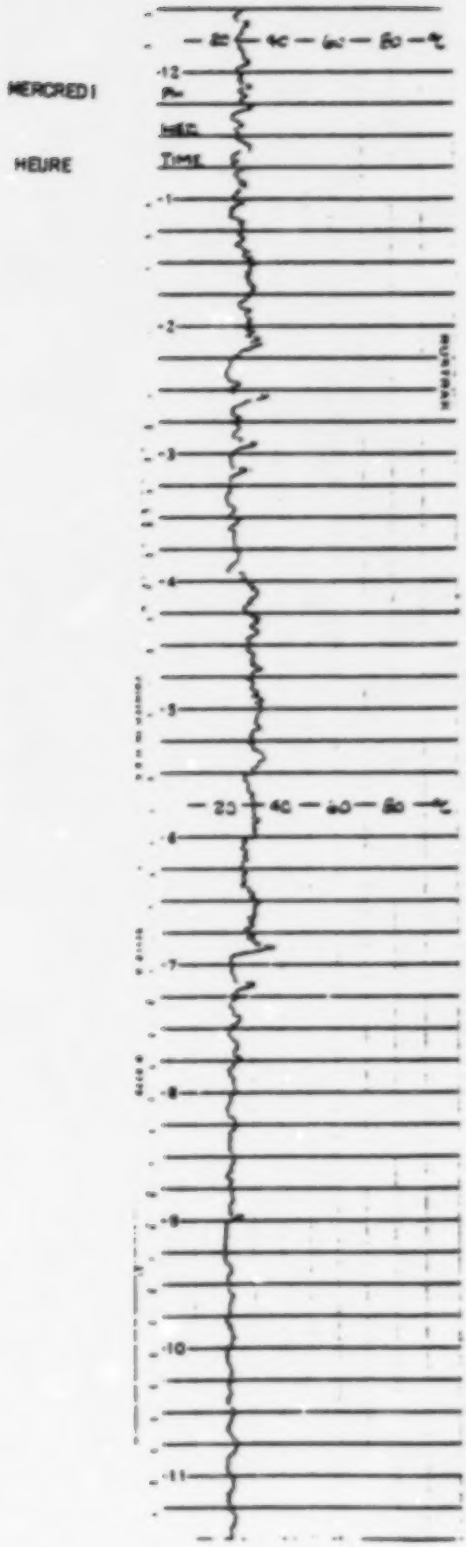


EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

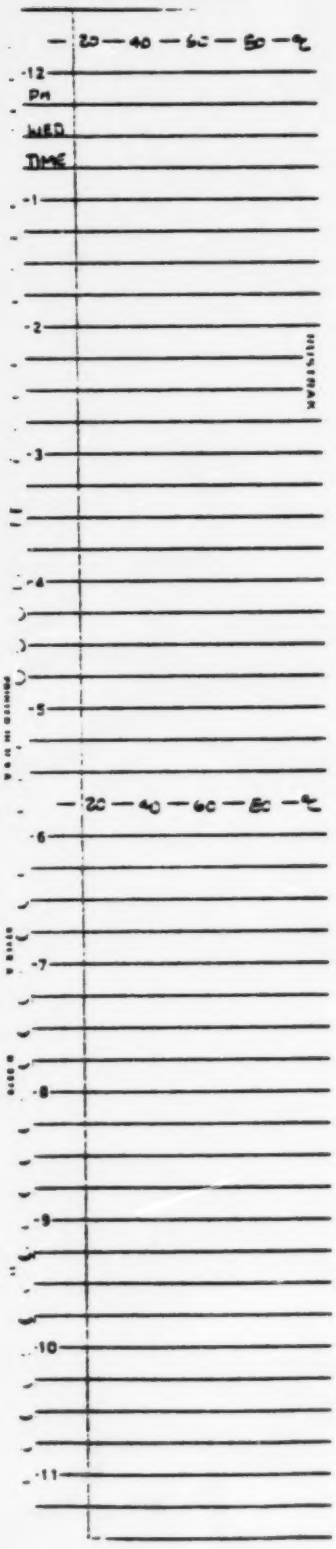


HÔPITAL 300

EAUX USÉES



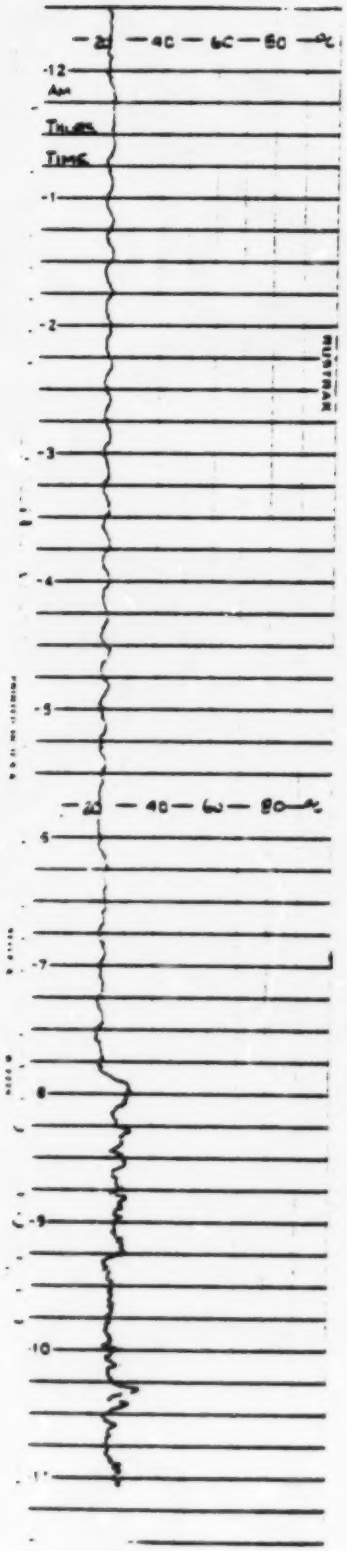
EAU FROIDE
D'ALIMENTATION



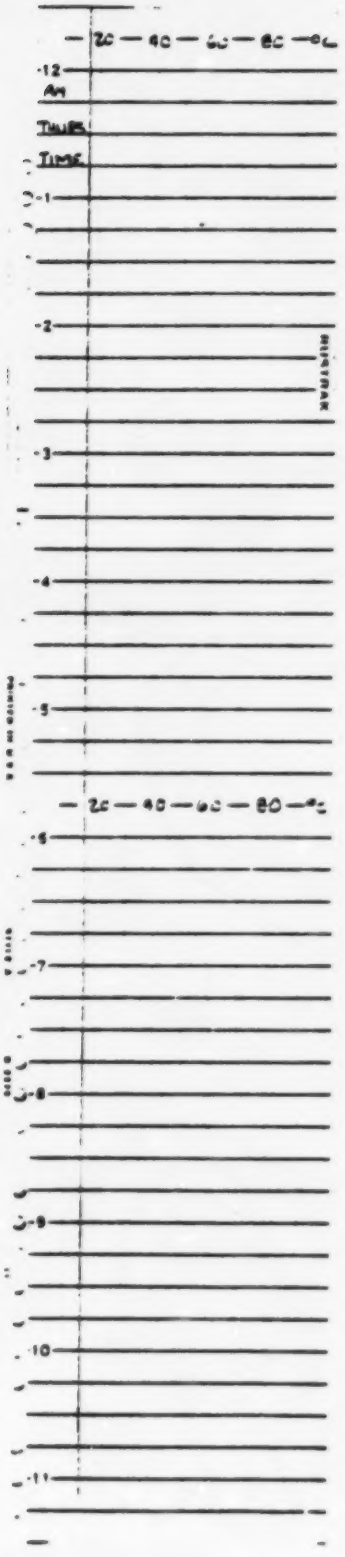
JEUDI

HEURE

EAUX USÉES



EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

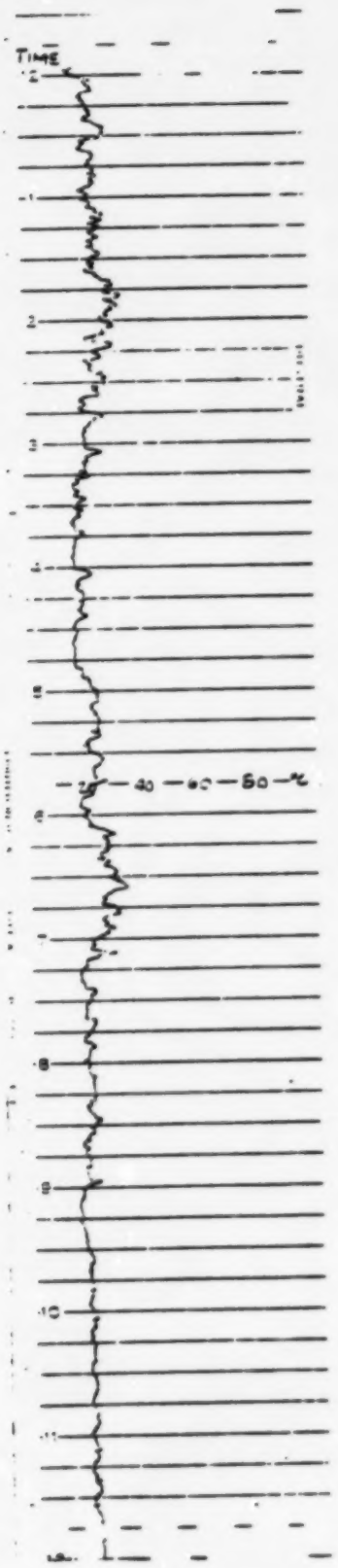


HÔPITAL 300

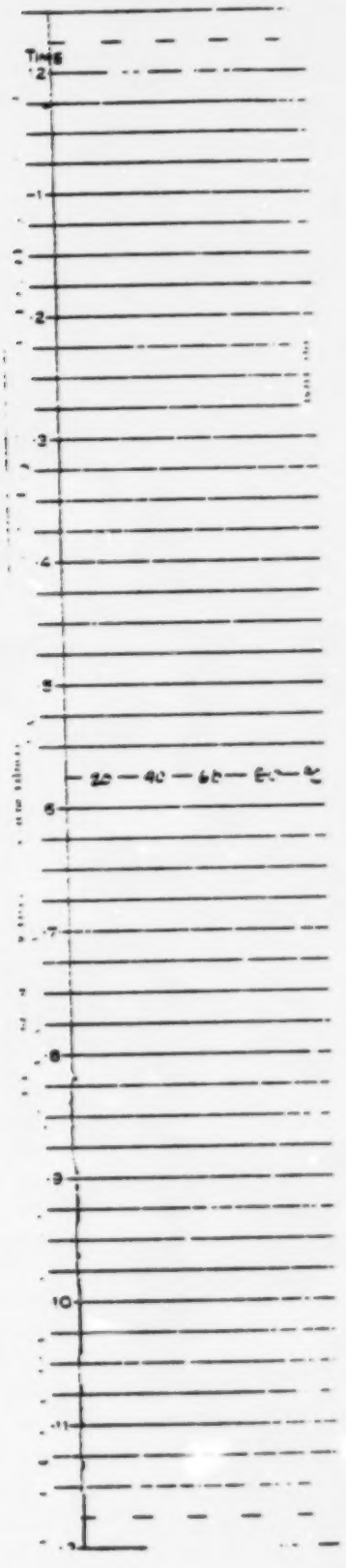
DU 26 MAI AU 2 JUIN 1982

EAUX USÉES

HEURE



EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

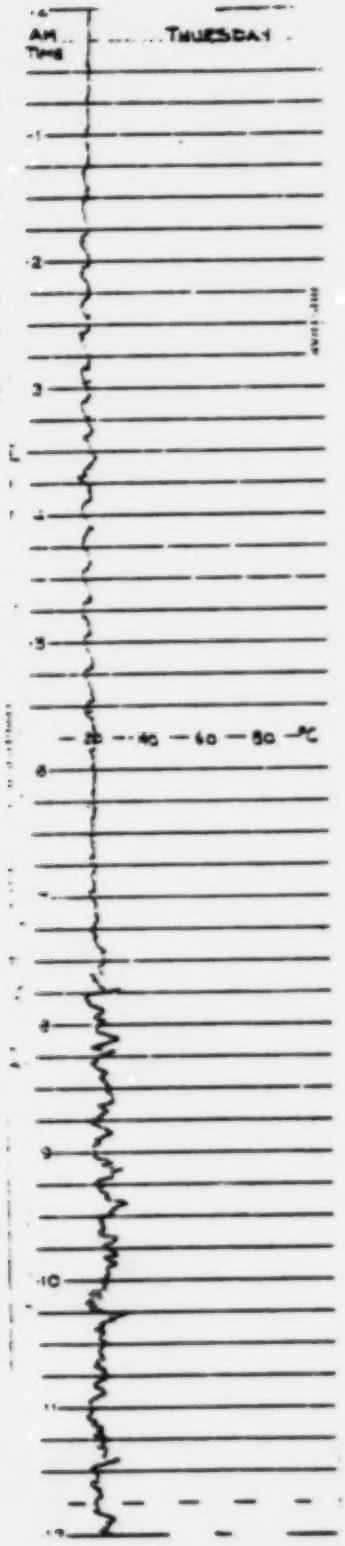


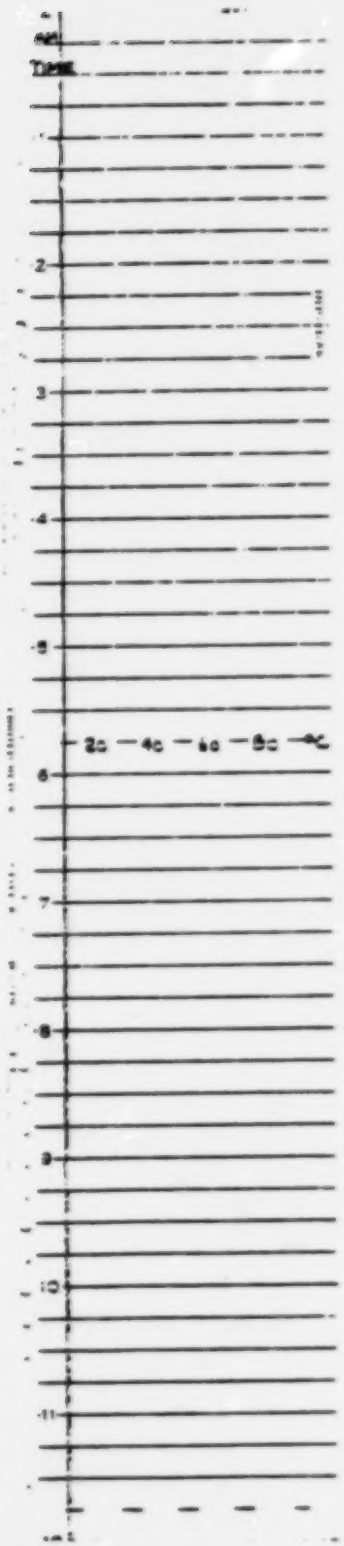
EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

JEUDI

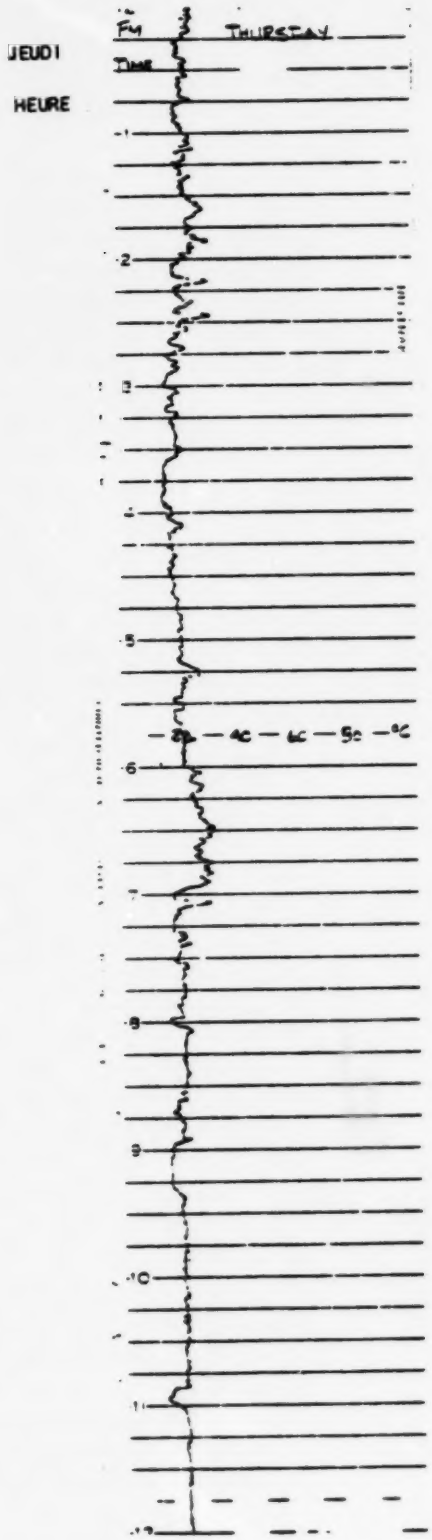
HEURE



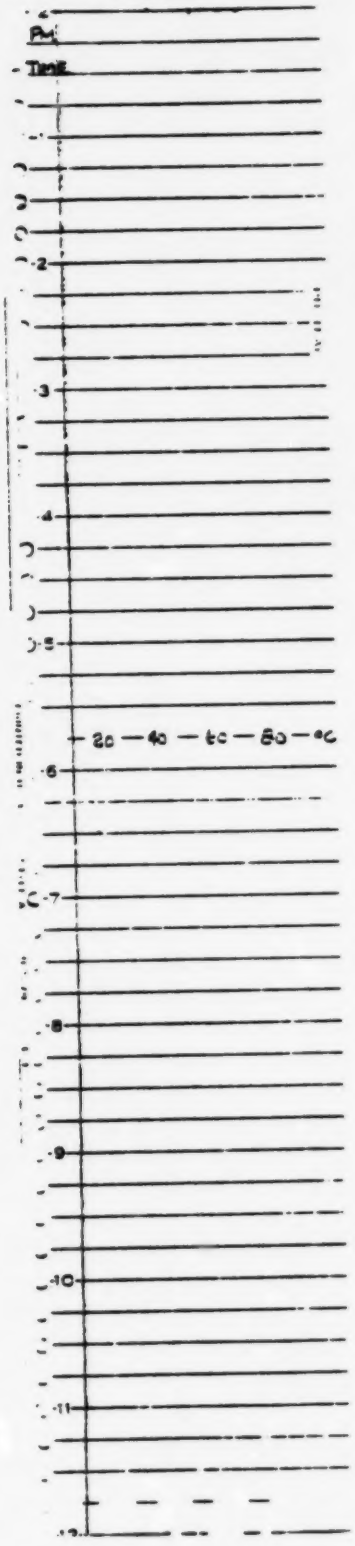


HÔPITAL 300

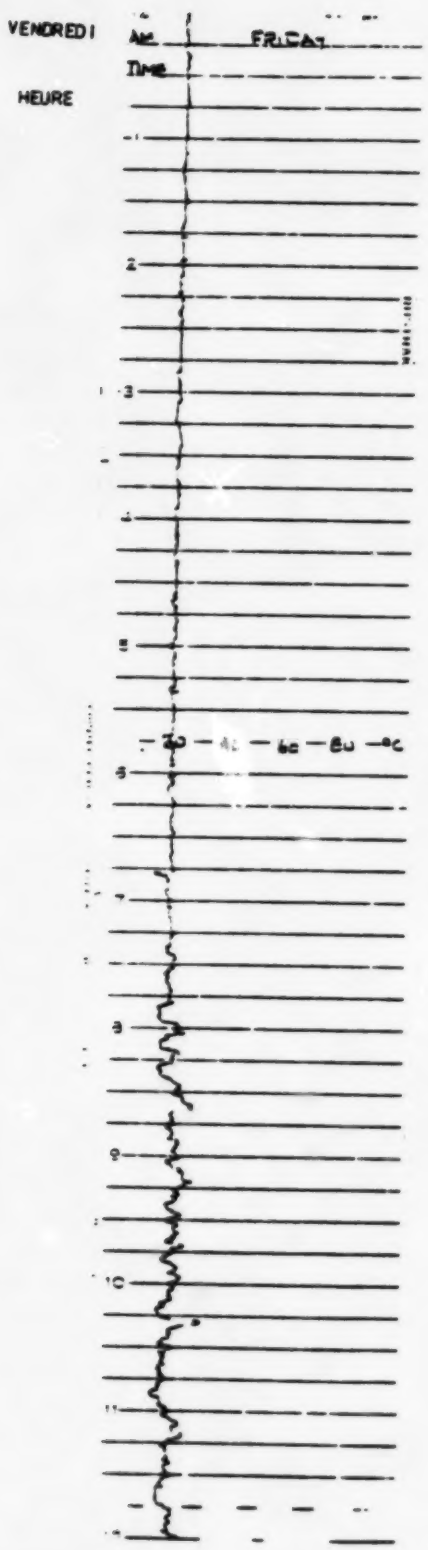
EAUX USÉES



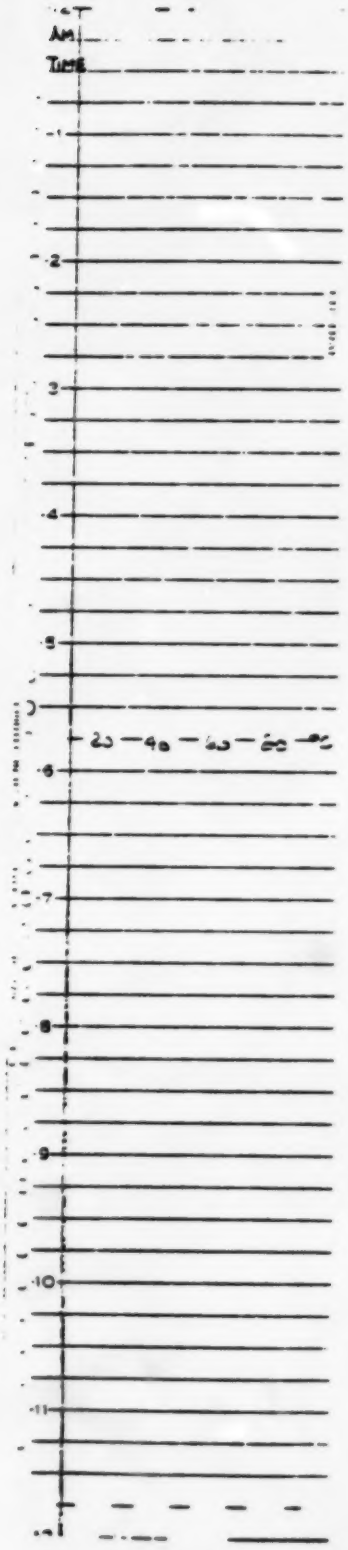
EAU FROIDE
D'ALIMENTATION



EAUX USÉES



EAU FROIDE
D'ALIMENTATION



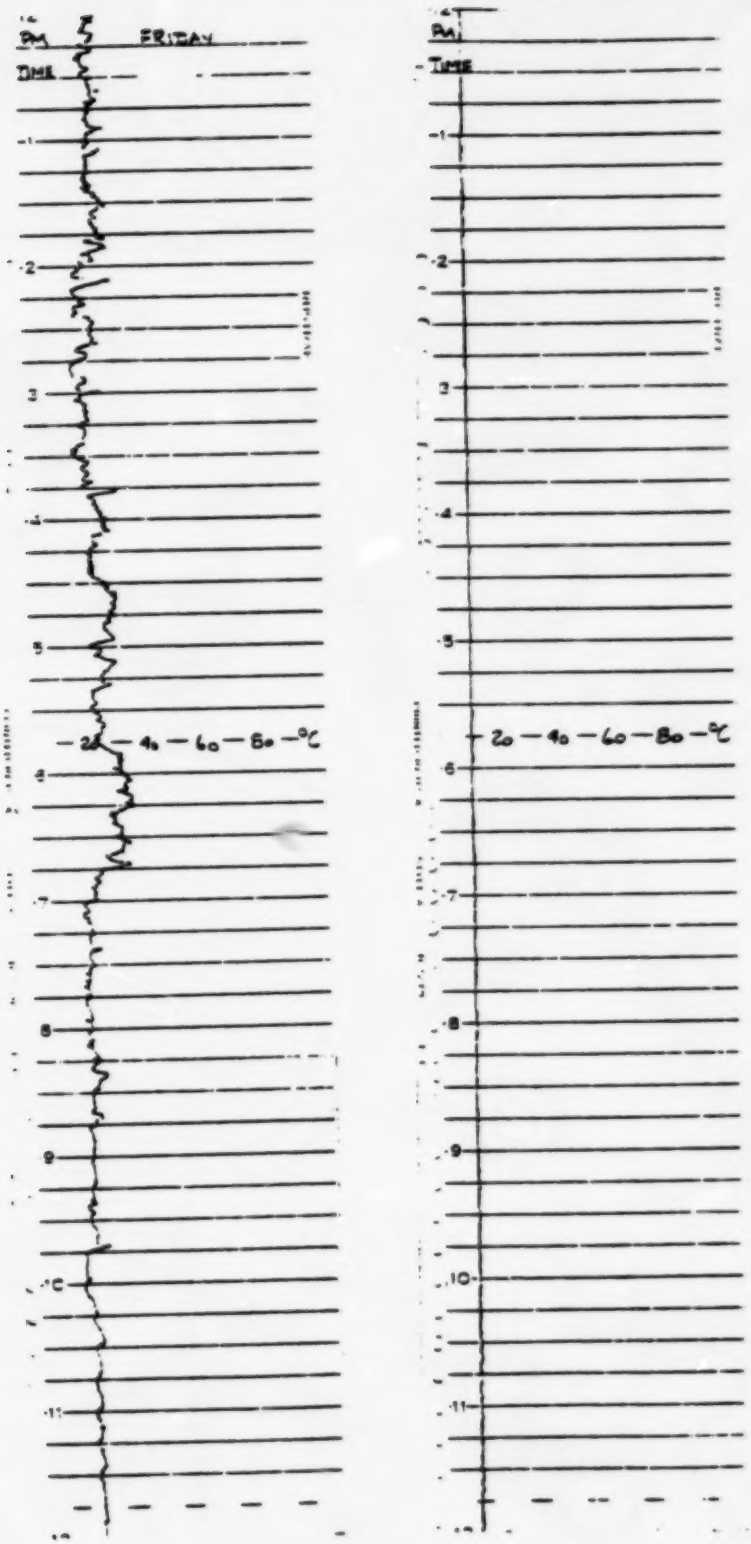
HÔPITAL 300

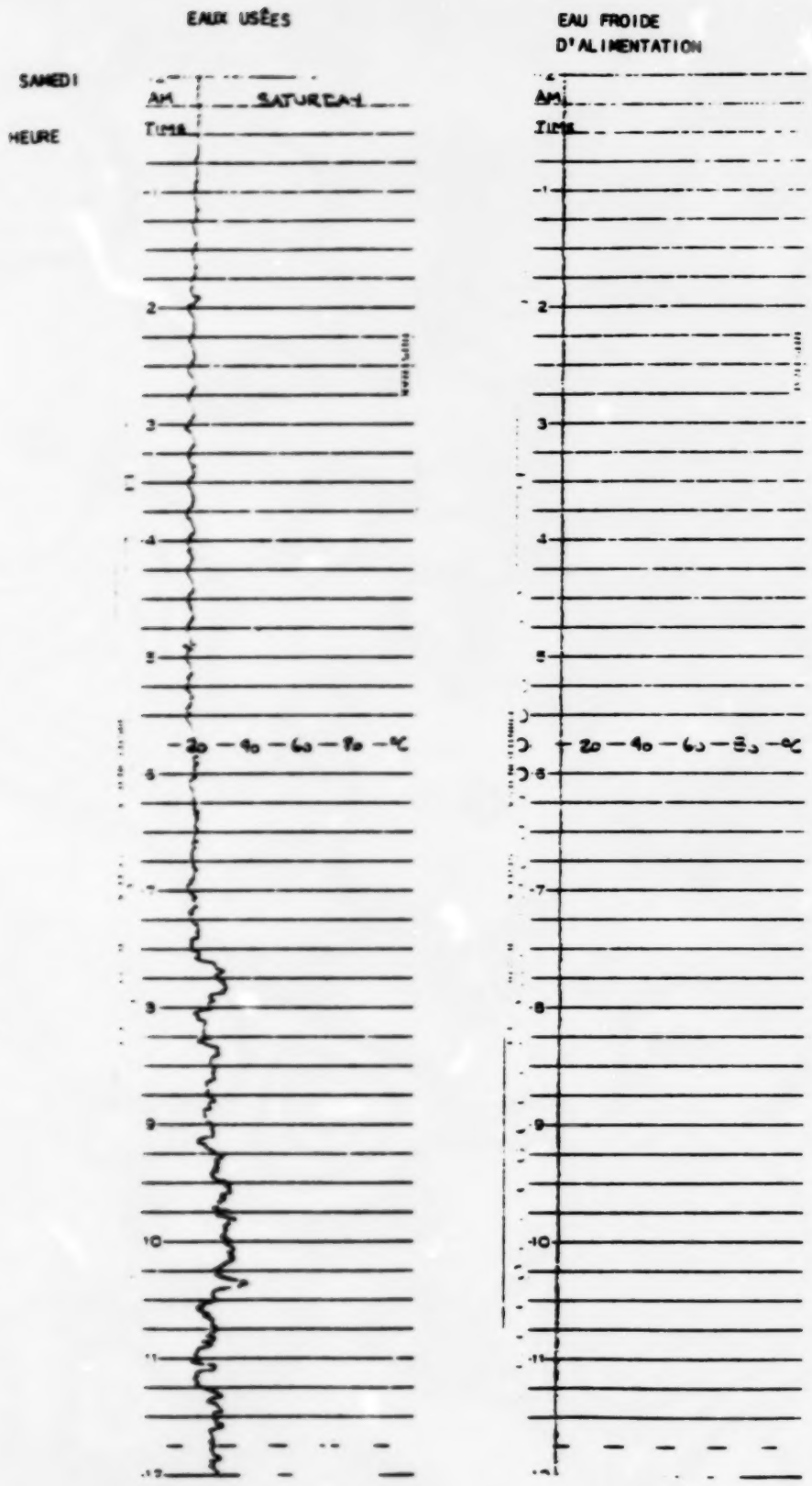
EAUX USÉES

EAU FROIDE D'ALIMENTATION

VENDREDI

HEURE

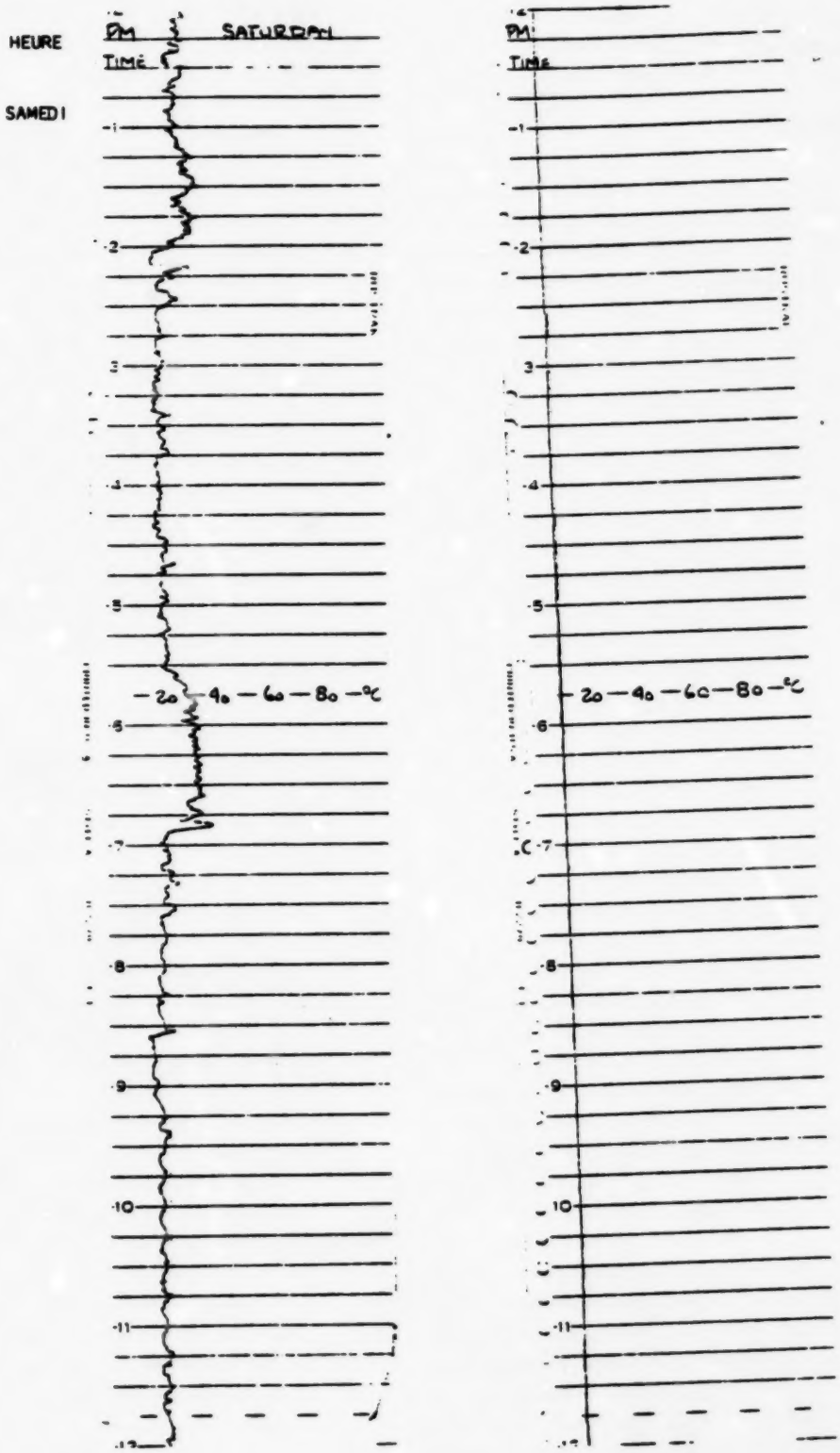



EAUX USÉES
EAU FROIDE
D'ALIMENTATION
SAMEDI
HEURE
AM
SATURDAY
TIME
20 40 60 80 °C

HÔPITAL 300

EAUX USÉES

EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

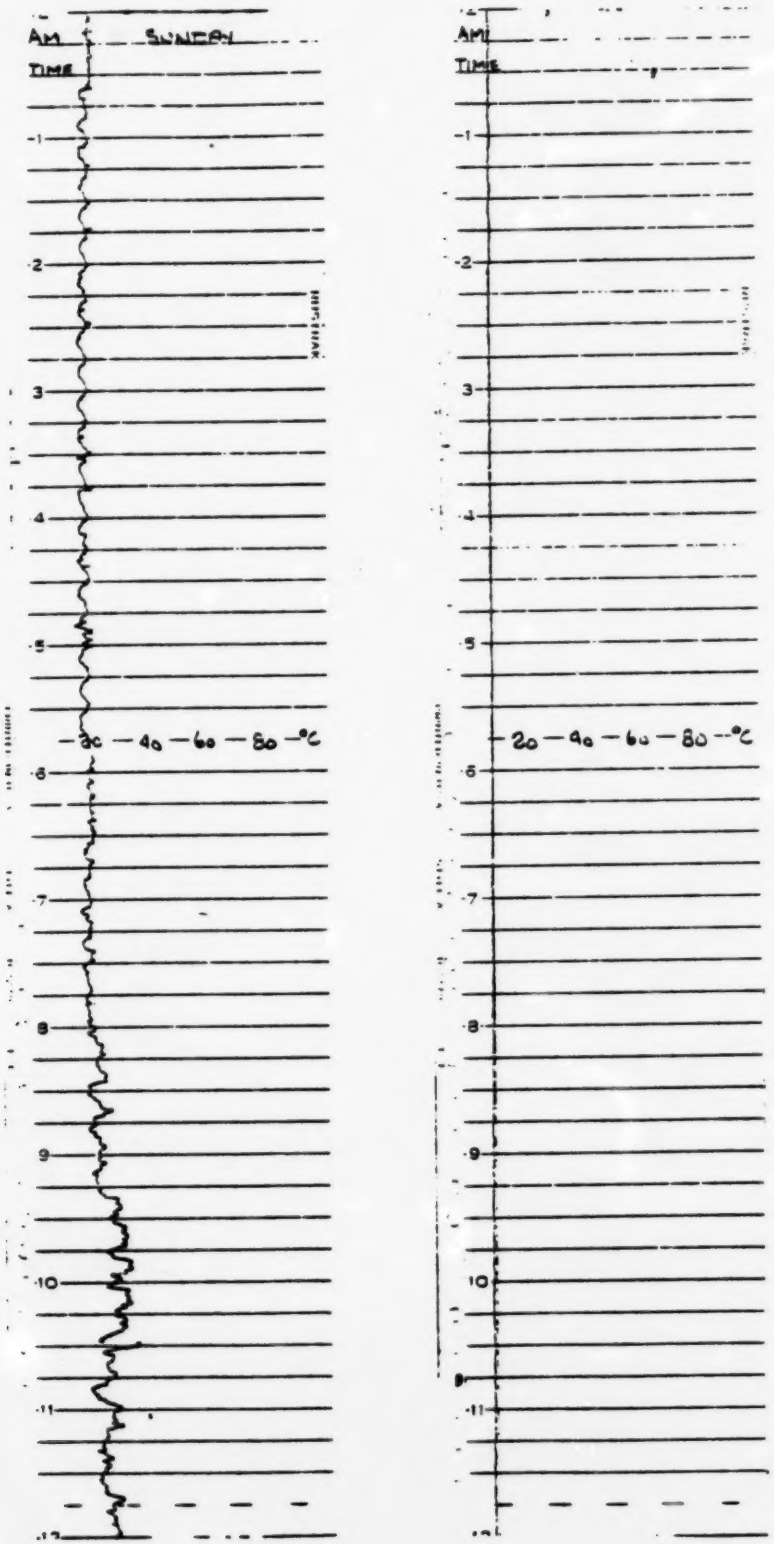


EAUX USÉES

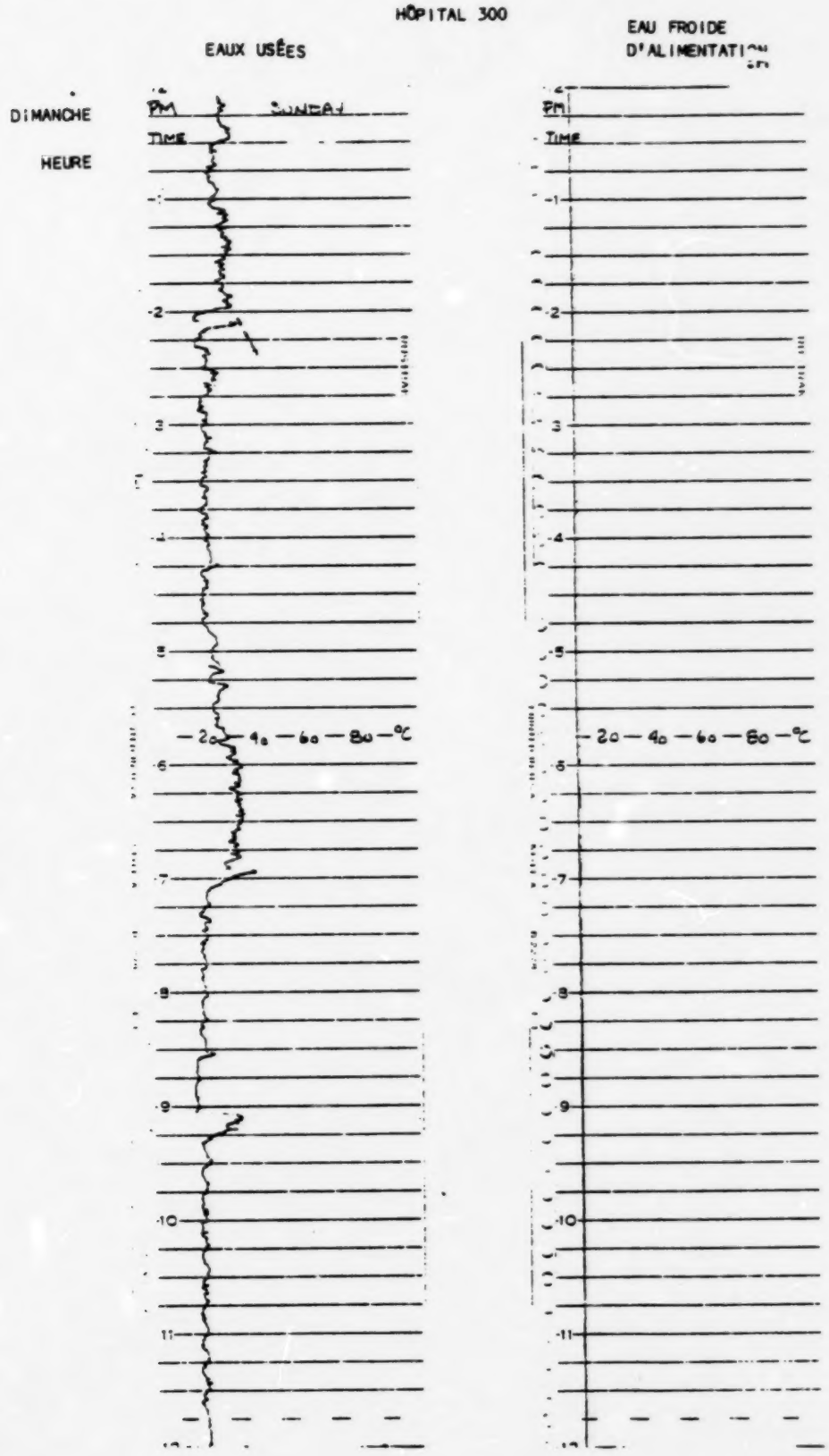
EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

DIMANCHE

HEURE



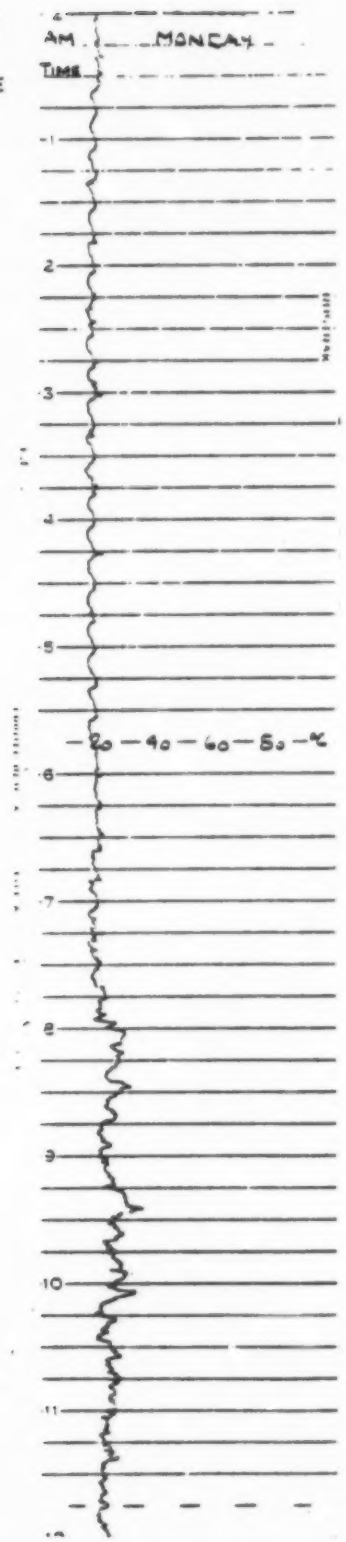
HÔPITAL 300


EAUX USÉES
EAU FROIDE
D'ALIMENTATION
DIMANCHE
HEURE
PM
SUNDAY
TIME
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
20 — 40 — 60 — 80 — °C

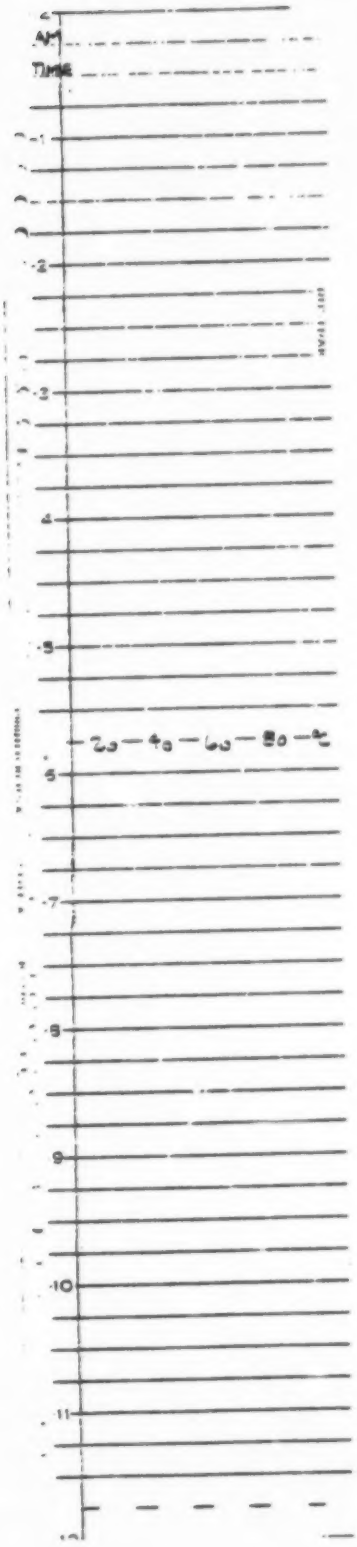
EAUX USÉES

LUNDI

HEURE

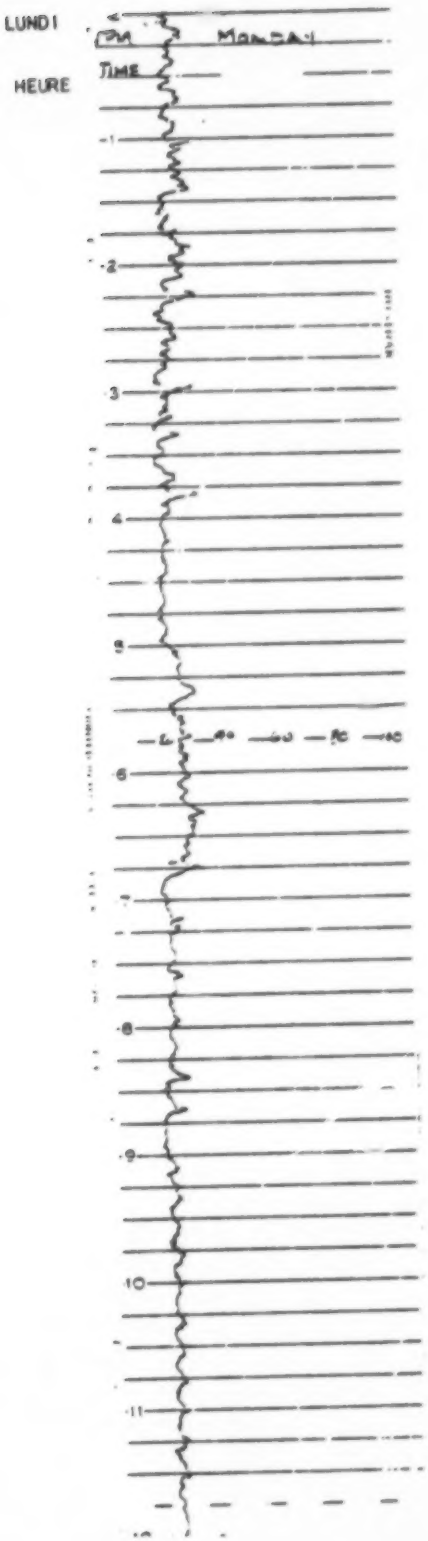


EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

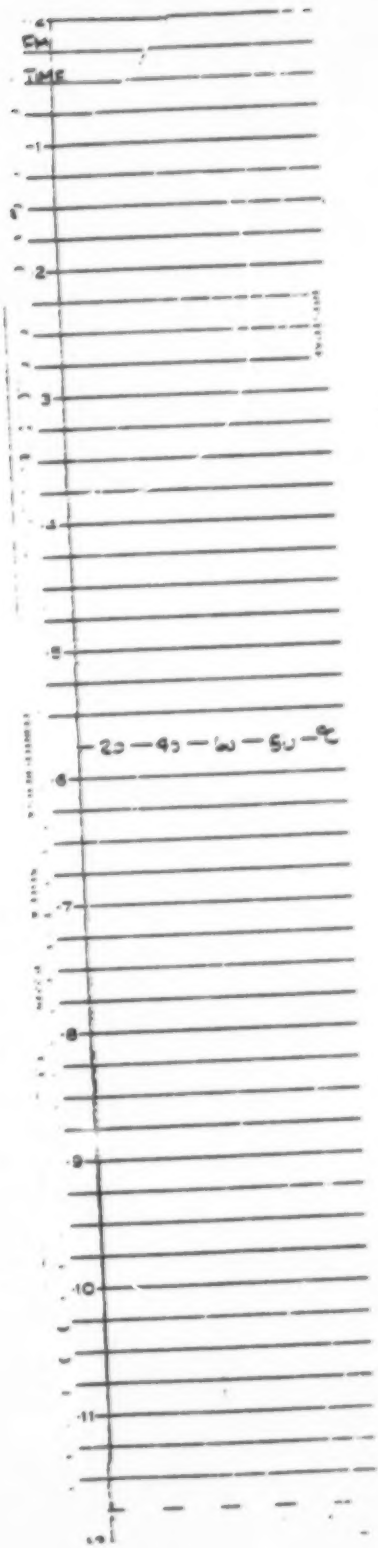


HÔPITAL 300

EAUX USÉES



EAU FROIDE
D'ALIMENTATION

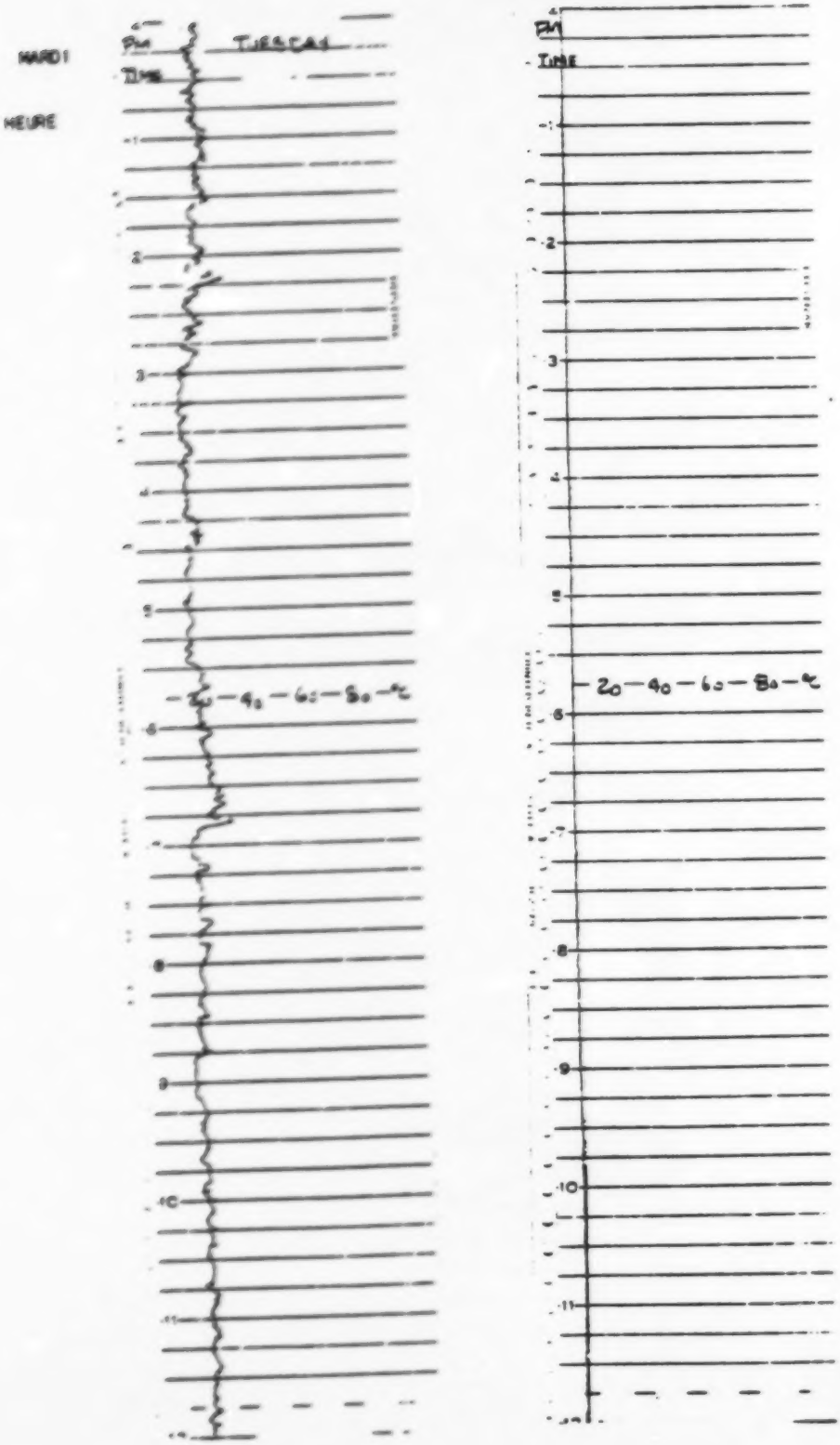


EAUX USÉES
EAU FROIDE
D'ALIMENTATION
MARDI
AM TUESDAY
TIME
HEURE
20 40 60 80 °C

HÔPITAL 500

EAUX USÉES

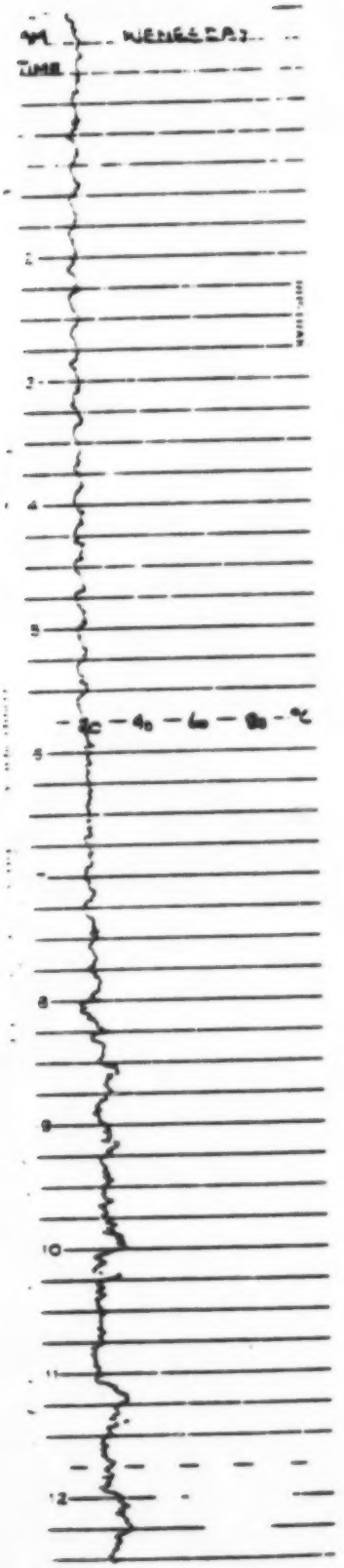
EAU FROIDE
D'ALIMENTATION



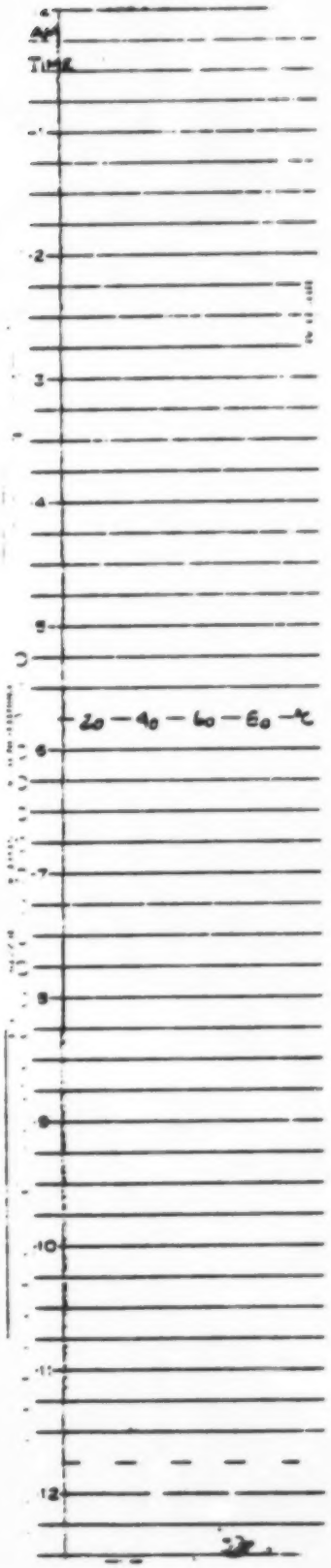
EAUX USÉES

MERCREDI

HEURE



EAU FROIDE
D'ALIMENTATION



APPENDIX B

FORMULE DE CONVERSION

1 gal/min (gpm)	= .075 L/sec
1 gal	= 4.54 L
1 gal H_2O	= 10 lb H_2O
1 lb H_2O	= .453 kg H_2O
1 Btu	= 1.054×10^{-3} MJ
1 Btu	= 2.929×10^{-4} kWh
1 gal #6 Huile	= 153 600 Btu's
1 kWh	= 3 413 Btu
Contenu Chaleur	= lb H_2O x t
C° x 9 5 + 32	= °F
F° x 5 9 - 32	= °C